

ANALYSE DE LA MARCHE CHEZ L'ADULTE
-
EFFETS DE L'OBÉSITÉ
SUR LES PARAMÈTRES SPATIO-TEMPORELS

Revue critique de la littérature

CYNDIE BERSIER
Étudiante HES – Filière Physiothérapie
ANTOINE COLOMBANI
Étudiant HES – Filière Physiothérapie

ELISABETH BURGE & LARA ALLET
Directrices de travail de Bachelor

TRAVAIL DE BACHELOR DÉPOSÉ A GENÈVE ET SOUTENU A GENÈVE
EN 2013
EN VUE DE L'OBTENTION D'UN
BACHELOR OF SCIENCE EN PHYSIOTHERAPIE

RÉSUMÉ :

Problématique : L'obésité est un problème de santé publique, considérée aujourd'hui comme une pathologie en constante augmentation dans le monde. Les personnes atteintes d'obésité sont enfermées dans un cercle vicieux de sédentarité. En termes d'activité et de participation (critères de la Classification Internationale du Fonctionnement et du Handicap [CIF]), elles sont limitées lors de la marche, ce qui diminue leurs participations sociales et contribue à prolonger cette engrenage.

Objectif : Mettre en évidence l'influence de l'obésité (Indice de Masse Corporelle [IMC] $> 30 \text{ kg/m}^2$) sur les paramètres spatio-temporels de la marche chez l'adulte par rapport à des sujets de corpulence normale ($18 \text{ kg/m}^2 < \text{IMC} < 24.9 \text{ kg/m}^2$).

Méthode : Nos recherches sur les bases de données Pubmed, PEDro, Cochrane Library et CINAHL nous ont permis de sélectionner 4 articles au design transversal correspondant à notre questionnement.

Résultats : Diminution de la vitesse de marche chez l'obèse ($p < 0.05$), accompagnée d'une augmentation du temps de double appui ($p < 0.01$), de la phase d'appui normalisée ($p < 0.05$), et une diminution de l'appui unipodal normalisé ($p < 0.02$). La phase oscillante ($p < 0.00001$) et la longueur du cycle ($p < 0.02$) normalisées sont également diminuées chez les sujets obèses.

Conclusion : La marche chez la personne obèse est ralentie de façon significative. La minimisation des coûts énergétiques explique en partie cette diminution. La diminution de la longueur du cycle contribue à réduire la vitesse tout comme l'augmentation des temps d'appui. Les modifications lors des différentes phases suggèrent une stratégie d'adaptation visant à améliorer la stabilité posturale et l'équilibre chez les sujets obèses.

REMERCIEMENTS :

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de notre travail de bachelor :

Mme Bürge Elisabeth, directrice de notre travail de bachelor, pour son aide précieuse à l'élaboration de notre travail.

Mme Allet Lara, directrice de notre travail de bachelor, pour ses remarques pertinentes et pour nous avoir guidé dans notre travail.

Mme Punt Ilona, assistante d'enseignement à la Haute École de Santé de Genève, pour ses commentaires et ses remarques.

Mme Cuvelier Virginie, enseignante à la Haute École de Santé de Genève, pour ses commentaires lors de lecture croisée de notre travail.

Mme Calvo Cristina, bibliothécaire à la Haute École de Santé de Genève, pour son aide dans nos recherches d'articles.

Mme Ménager Noëlle et M. Colombani Michel, pour leur relecture, leurs commentaires et corrections.

I. Table des matières

I. Introduction	1
II. Problématique	2
A. <i>Question de recherche</i>	3
B. <i>Objectifs</i>	3
C. <i>Cadre théorique</i>	3
(i) <i>La marche</i>	4
(ii) <i>L'obésité.....</i>	7
(iii) <i>Facteurs organiques associés à l'obésité.....</i>	9
(iv) <i>Facteurs fonctionnels associés à l'obésité</i>	10
III. Méthodologie	11
A. <i>Stratégies de recherche</i>	11
B. <i>Sélection des études</i>	12
(i) <i>Critères de sélection par les titres.....</i>	12
(ii) <i>Critères de sélection par les résumés</i>	12
(iii) <i>Berry-Picking</i>	12
(iv) <i>Critères d'inclusion des articles</i>	13
(v) <i>Critères d'exclusion des articles</i>	13
C. <i>Extraction et analyse des données</i>	13
D. <i>Niveau de preuve des études</i>	15
E. <i>Évaluation de la qualité des études</i>	15
IV. Résultats.....	17
A. <i>Recherche d'études</i>	17
B. <i>Evaluation de la qualité des articles.....</i>	19
C. <i>Niveau de preuve des études</i>	20
D. <i>Présentation des études retenues</i>	20
(i). <i>Population</i>	20
(ii). <i>Objectifs, hypothèses et méthodes d'analyse de la marche des études ...</i>	22
E. <i>Consentement éclairé et aspect éthique</i>	23
F. <i>Outcomes sélectionnés</i>	23
G. <i>Résultats par outcome</i>	23
V. Discussion	28
A. <i>Effets de l'obésité sur les paramètres spatio-temporels</i>	28
B. <i>Confrontation à la littérature existante</i>	31
C. <i>Limites de la qualité scientifique des études.....</i>	34

<i>D. Limites de la revue</i>	<i>37</i>
<i>E. L'essentiel pour les praticiens</i>	<i>39</i>
<i>F. Pistes pour de futures recherches</i>	<i>41</i>
VI. Conclusion	43
VII. Références bibliographiques.....	44
VIII. Liste des abréviations	50
IX. Liste des illustrations.....	51
X. Liste des tableaux.....	51
XI. Annexes.....	52

I. Introduction

Le nombre de personnes obèses dans le monde a doublé depuis 1980. Selon une étude européenne (von Ruesten et al, 2011), la prévalence de l'obésité chez les 40-65 ans atteindrait 20 à 30 % en 2015. Actuellement, l'obésité est considérée comme une pathologie au même titre que l'hypertension ou l'asthme. Cette pathologie en constante augmentation présente des risques importants pour la santé et engendre des coûts élevés de prise en charge médicale. En Europe par exemple, l'obésité et la surcharge pondérale chez les adultes représentent jusqu'à 6 % des dépenses de santé (Organisation Mondiale de la Santé [OMS], 2006).

Lors de nos différents stages, nous avons eu l'occasion de traiter plusieurs patients en surpoids ou atteints d'obésité. Le type de problématique rencontré avec ces patients touche tous les champs de compétences de la physiothérapie. Nous approfondirons les conséquences de l'obésité sur ces systèmes plus loin dans le cadre théorique. Lors des séances de physiothérapie avec ces patients, nous avons pu observer que certains d'entre eux déambulaient de façon moins aisée. Les difficultés lors de la marche étaient d'autant plus importantes que la surcharge pondérale était élevée. Nous avons donc suspecté une perturbation du schéma de marche chez la personne obèse par rapport à des sujets non obèses. La longueur des pas, la largeur des pas, la vitesse de marche et la cadence semblaient notamment influencées par le facteur de l'obésité.

L'obésité étant un problème d'actualité et les recherches sur le sujet de plus en plus nombreuses, nous avons trouvé intéressant de nous focaliser sur une conséquence encore peu étudiée de cette pathologie. En plaçant au centre de notre travail la problématique du mouvement dans l'activité de la marche chez le sujet obèse, nous espérons mettre en évidence des troubles du schéma de marche pouvant engendrer une augmentation du risque de chute (Himes & Reynolds, 2012) ou encore favoriser une diminution de mobilité dans les activités (Houston et al., 2009).

II. Problématique

Selon une estimation de l'OMS de 2008, 11% de la population adulte mondiale de 20 ans et plus, seraient obèses. Cette problématique touche plus de 200 millions d'hommes et 300 millions de femmes de cette tranche d'âge dans le monde, ce qui représente globalement 1 personne sur 10 atteinte d'obésité (OMS, 2008). En suisse (Schutz et Woringer, 2002) 6 à 7 % des adultes de 25 à 34 ans étaient considérés obèses en 2002 et 32% des hommes contre 19% des femmes en surpoids. Plusieurs conséquences de l'obésité sont largement connues et déjà prises en compte dans le traitement physiothérapeutique.

La marche étant une activité quotidienne pour une grande majorité de la population, l'intérêt de ce travail semble indéniable. Selon les critères de la Classification Internationale du Fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) défini par la World Health Organization (WHO) un schéma de marche perturbé en lien avec des dysfonctions somatiques, engendre des limitations d'activité et de participation. Donc, le maintien d'une marche fonctionnelle chez cette population permet de garder une certaine indépendance, une vie active et des liens sociaux.

Dans le cadre de ce travail de bachelor, nous avons fait le choix d'étudier plus particulièrement les paramètres spatio-temporels de la marche chez l'obèse car ils apparaissent comme étant les paramètres fonctionnels sur lesquels nous pouvons agir dans la pratique. En effet, en physiothérapie nous savons qu'il est possible d'intervenir sur la marche dans le cas de pathologies métaboliques (Allet et al., 2010).

Pour spécifier notre recherche, nous allons nous intéresser à l'obésité primaire qui est liée au déséquilibre entre l'apport calorique et la dépense énergétique. En d'autres termes, nous écartons tous les syndromes génétiques responsables d'une obésité telles que le syndrome de Prader-Willi car nous voulons éviter les biais de notre recherche par l'impact potentiel d'une pathologie primaire. Nous avons également fait le choix d'écarter les pathologies articulaires comme l'arthrose pour éviter les biais liés aux douleurs ou aux déformations articulaires.

Finalement, nous centrons notre étude sur une population adulte entre 19 et 65 ans. Il s'agit de la tranche d'âge la plus active en terme de participation où les personnes travaillent et ont une vie sociale importante. De plus, les paramètres de marche sont les plus stables durant cette période (Viel, 2000).

Dans l'introduction, nous avons soulevé l'idée que le schéma de marche chez la personne obèse soit modifié. Afin que ces changements puissent être attribués avec le moins de biais possible à l'obésité, nous avons choisi de ne pas prendre en compte les personnes en surcharge pondérale car la variation au niveau de l'IMC ne nous semble pas suffisamment importante et représentative pour que des conséquences soient observables. Nous débutons à présent ce travail en partant donc de l'hypothèse que ces perturbations existent et peuvent être objectivées grâce aux appareils d'analyse de la marche.

A. Question de recherche

Quel est l'impact de l'obésité ($IMC > 30$) à l'âge adulte sur les paramètres spatiaux-temporels de la marche en comparaison avec une personne de corpulence normale ($18.5 < IMC < 24.9$) dans la même tranche d'âge ?

B. Objectifs

L'objectif de cette revue de la littérature est d'étudier le lien entre l'obésité et des éventuelles déficiences lors de l'activité de la marche.

C. Cadre théorique

Nous allons maintenant définir quelques concepts théoriques permettant la compréhension de la problématique dont nous discuterons par la suite.

(i) La marche

a. *Le cycle de la marche*

La marche est essentielle à l'être humain car elle lui permet de se déplacer de façon coordonnée, efficiente et sans effort en l'absence de pathologie. Perry, Burnfield, & Cabico (2010) la décrivent comme une répétition de mouvement des jambes permettant un mouvement du corps vers l'avant tout en gardant un équilibre.

Selon Viel (2000), la marche humaine est décrite, par convention internationale, comme un cycle divisé en une phase d'appui (stance) et une phase oscillante (swing). Le membre inférieur droit est la référence pour observer cette marche. Le cycle de la marche est défini par le contact du talon droit au sol jusqu'à la pose du même talon droit.

La première partie (de 0 à 60%) correspond à la phase d'appui qui est désigné comme la période où le pied est en contact permanent avec le sol. Cette phase débute par le contact initial au sol (l'attaque du talon droit), la pose à plat du pied droit, la levée du talon droit et enfin le décollement des orteils droits. Des temps de double contact au sol sont présents au début et à la fin de cette phase d'appui.

Le premier temps de double contact, dit initial, correspond à l'attaque du talon droit où le pied gauche est encore à plat au sol jusqu'au moment où les orteils du pied gauche décollent du sol et où le pied droit est à plat sur le sol. C'est une période très importante où l'équilibre et la stabilisation de la charge passe d'un pied à l'autre.

Suite à ce double contact, seul le pied droit est au sol et prend en charge l'équilibre du corps. C'est la phase d'appui unipodal.

Puis la deuxième phase de double contact, dit terminal, commence par le décollement du talon droit et la pose du talon gauche et se termine par le soulèvement des orteils droits et la pose à plat du pied gauche.

A partir de ce moment, la deuxième partie du cycle commence, c'est la phase d'oscillation (les 40 derniers % du cycle de la marche). Les orteils droits se décollent et le membre inférieur droit libre passe sous le bassin afin de venir se positionner en avant du marcheur. Pendant cette période, le genou et la cheville du côté droit se fléchissent

pour ne pas buter contre le sol lors du passage à la verticale du corps. Ceci, afin de créer le passage du pas et de terminer la phase oscillante par la pose au sol du talon droit. Lors de cette phase oscillante, le membre inférieur droit se comporte comme un pendule qui grâce à l'impulsion de départ a une trajectoire déterminée mais reste néanmoins sous le contrôle musculaire en cas d'obstacles. (Annexe II : Les Divisions du cycle de la marche selon Viel (2000))

b. Les paramètres spatio-temporels

Afin de pouvoir mener à bien notre revue nous avons besoin de définir précisément les paramètres de marche spatio-temporels. En effet, pour apprécier une marche humaine, il faut que l'on puisse comparer ces paramètres avec une norme de sujets sains se rapprochant au plus des sujets étudiés au niveau de l'âge, du sexe et du milieu social.

1. Les paramètres spatiaux

- L'écartement des pieds

Parmi les paramètres quantitatifs que l'on peut mesurer, l'écartement des pieds pendant l'activité de la marche est un paramètre important qui donne un reflet de la compétence du sujet à marcher (Viel, 2000).

Cet écartement est diminué à l'enfance et augmenté avec le vieillissement. Pour les adultes, il est compris entre 8 et 12 cm (Viel, 2000). Pour mesurer cet écartement, l'observateur doit noter l'écartement entre les deux talons lors de la marche.

- L'angulation des pieds

D'après Viel (2000), l'angulation du pied à l'attaque du talon (la rotation du pied au contact du sol) se mesure le plus précisément grâce à une plateforme de forces. L'angulation du pied à l'attaque du talon est généralement compris entre 8° et 10° de rotation externe et la plupart du temps le pied part en rotation interne lors du décolllement des orteils pour finalement revenir en position de rotation externe lors de la phase oscillatoire. L'auteur note également que plus on est lourd plus ces valeurs augmentent.

- La longueur du cycle et du pas

Dans la littérature (Viel, 2000), les auteurs ne sont pas tous unanimes sur les valeurs de la norme. Ceci s'explique par le fait que la longueur du cycle dépend de la longueur des membres inférieurs donc de la population étudiée. Selon les études et les auteurs, plusieurs références sont utilisées telles que le cycle (ou Stride Length) et le pas (Step length). Néanmoins, le cycle (stride length) semble être le terme le plus couramment utilisé (Perry et al., 2010) (Viel, 2000).

Le cycle est défini comme la distance entre les deux contacts au sol du talon de la même jambe et le pas comme la distance lors de la marche entre la pointe de pied et le talon du membre inférieur controlatéral. Les différentes normes des auteurs sont comprises entre 1,3 m et 1,6 m pour le cycle des jeunes adultes et entre 0,6 m et 0,8 m pour le pas (Viel, 2000). La littérature a mis en évidence un raccourcissement de ces longueurs lors du vieillissement.

2. Les paramètres temporels

- La vitesse de marche

D'après Viel (2000), les mesures de la vitesse de marche d'un sujet se chiffrent généralement en mètre par seconde [m/s]. Lors de l'analyse de la vitesse, il est conseillé que le sujet s'élance sur environ 6 m, marche à une allure confortable sur 10 m et ralentisse ensuite. D'après les évaluations passées, Viel (2000) met en avant pour les adultes des fourchettes de vitesse lente (0,50 m/s à 1 m/s), de vitesse confortable (1,30 m/s à 1,60 m/s) et de vitesse rapide (1,90 m/s à 2,45 m/s). La vitesse de marche de l'homme varie avec l'âge. En effet, l'enfant et la personne âgée ont tendance à avoir une vitesse de marche réduite par rapport à l'adulte (Viel, 2000).

La durée de la phase oscillatoire et d'appui est inversement proportionnelle à la vitesse de marche. On remarque aussi que dans la phase d'appui, le fait de marcher vite augmente le temps unipodal et raccourcit le temps d'appui bipodal et vice versa (Perry et al., 2010). Plus le temps d'appui bipodal est court plus l'on se rapproche du schéma de la course humaine.

- La cadence de marche ou le nombre de pas par minute

Aisément mesurable grâce à un chronométrage sur une minute, il s'agit de comptabiliser le nombre de contacts talon au sol des deux pieds. La référence du nombre de pas en une minute est de l'ordre de 72 à 102 pour une vitesse moyenne, de 45 à 65 pour une marche lente et de 114 à 132 pour la marche rapide (Viel, 2000).

La cadence chez les femmes est plus élevée (117 pas/min) que celle des hommes (111 pas/min) afin de compenser la différence de longueur de pas (Viel, 2000).

- Le temps d'appui

D'après (Perry et al., 2010), ce paramètre temporel comprend le temps d'appui unipodal et le temps d'appui bipodal présents lors de la phase d'appui.

Le temps d'appui unipodal se mesure à partir du moment où les orteils de la jambe controlatérale se décolle et se termine lorsque le talon de la jambe controlatérale se pose au sol. Il est le meilleur indice de la capacité de support des membres, plus le temps est long plus cela reflète une grande stabilité. La durée de l'appui bipodal se mesure en additionnant le temps de double contact initial et le temps de double contact terminal.

- Le temps oscillatoire

D'après (Perry et al., 2010), la durée oscillatoire commence lorsque les orteils d'un pied se décolle et se termine à la pose du talon du même membre inférieur au sol.

(ii) L'obésité

L'obésité est une accumulation de graisse (triglycérides) dans les tissus adipeux. Selon la définition de l'OMS (2013), il s'agit d'une « accumulation anormale ou excessive de graisse qui peut nuire à la santé ». Durrer et Schutz (2008), expliquent que le Body Mass Index (BMI) ou l'IMC est l'indice reconnu permettant de classer le surpoids et l'obésité. Il se calcule en divisant le poids en [kg] par la taille au carré [m^2]. Le résultat est en [kg/m^2]. Les valeurs de références sont identiques pour les hommes et les

femmes. L'obésité se traduit par un IMC supérieur ou égal à 30 kg/m². Selon Na et al (2011), il s'agit d'un facteur de prédisposition à certaines pathologies et engendre une augmentation de la mortalité et la morbidité (Pi-Sunyer, 2002).

Certains biais peuvent être présents du fait qu'il constitue un index incertain de la quantité de tissu adipeux. Par exemple, un IMC supérieur à 30 chez un athlète d'haltérophilie est davantage associé à une hypertrophie musculaire qu'à un excès de graisse. En règle générale (Pi-Sunyer, 2002), un IMC élevé est le reflet d'un surpoids ou d'une obésité. Cette mesure grossière reste donc actuellement considérée comme la plus utile pour déterminer la prévalence et les risques associés à l'obésité dans une population même si elle ne permet pas de déterminer la nature de l'obésité (OMS, 2003).

Trois classes distinctes d'obésité sont répertoriées selon les valeurs de l'IMC : classe I, classe II et classe III. Il est important de noter que les risques associés à l'obésité comme par exemple les pathologies cardio-vasculaires (Schunkert, 2002) ou les pathologies de l'appareil locomoteur (Suri, Morgenroth, & Hunter, 2012) augmentent de façon continue avec l'IMC (WHO, 2004).

Tableau 1 : Classification internationale de l'insuffisance pondérale, du surpoids et de l'obésité en fonction de l'IMC

Classification	BMI(kg/m ²)	
	Principal cut-off points	Additional cut-off points
Underweight	<18.50	<18.50
Severe thinness	<16.00	<16.00
Moderate thinness	16.00 - 16.99	16.00 - 16.99
Mild thinness	17.00 - 18.49	17.00 - 18.49
Normal range	18.50 - 24.99	18.50 - 22.99
		23.00 - 24.99
Overweight	≥25.00	≥25.00
Pre-obese	25.00 - 29.99	25.00 - 27.49
		27.50 - 29.99
Obese	≥30.00	≥30.00
Obese class I	30.00 - 34.99	30.00 - 32.49
		32.50 - 34.99
Obese class II	35.00 - 39.99	35.00 - 37.49
		37.50 - 39.99
Obese class III	≥40.00	≥40.00

Tiré de : OMS, 2006, http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html

(iii) Facteurs organiques associés à l'obésité

Les facteurs métaboliques responsables de diverses pathologies associées à l'obésité à long terme (Akil & Ahmad, 2011) ne seront pas discutés dans ce travail par souci de focalisation sur notre problématique. Cependant nous avons fait le choix d'exposer certains facteurs cardio-respiratoires associés à l'obésité. Nous pouvons dire de manière succincte que les conséquences de l'obésité influencent directement la dynamique respiratoire et vasculaire et donc les activités physiques ainsi que les Activités de la Vie Quotidienne (AVQ). Par conséquent, les participations que la personne obèse pourra faire seront étroitement liées aux capacités d'adaptation de son système cardio-respiratoire à l'effort.

a. Facteurs cardio-respiratoires

Selon Salome, King & Berend (2010), le poumon sain de la personne obèse subit également les conséquences de la surcharge pondérale. En effet, le tissu adipeux présent autour de la cage thoracique, de l'abdomen et de la cavité viscérale diminue la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) proportionnellement à l'augmentation de l'IMC ainsi que le volume de réserve expiratoire (VRE). La redistribution des volumes se fait par une augmentation de la capacité inspiratoire (volume courant + volume de réserve inspiratoire) accompagnée d'une diminution du VRE. Parallèlement, le travail des muscles inspiratoires est augmenté du fait de la rigidité du système respiratoire et de la masse de tissu adipeux. Il en résulte une consommation accrue en oxygène ainsi qu'une augmentation du rejet de dioxyde de carbone. Les conséquences les plus fréquentes en termes de pathologies (O'Donnell, Holguin et Dixon, 2010) chez la personne obèse sont le Syndrome Obésité Hypoventilation (SOH), le Syndrome d'Apnée Obstructive du Sommeil (SAOS) ou encore le syndrome restrictif.

Le système cardio-vasculaire est également touché par l'obésité (Barton, Baretella, & Meyer, 2012). Chez le sujet obèse, le système sympathique est plus sollicité, ce qui a pour conséquences directe une augmentation du tonus vasomoteur menant à de l'hypertension. En terme de risques, ces modifications entraînent sur le long cours des problèmes cardiaques tels que l'infarctus du myocarde, la dysfonction du ventricule gauche.

b. Facteurs musculo-squelettiques

L'obésité est un facteur de risque dans le développement de la pathologie de l'arthrose articulaire. L'arthrose est caractérisée par une dégradation progressive du cartilage hyalin. Il a été démontré que la destruction du cartilage augmente lorsque l'IMC et l'âge augmentent (Anandacoomarasamy et al., 2009). Les auteurs ont souligné le fait que les arthroses du compartiment médial du genou sont associées à une raideur de l'articulation avec limitation d'amplitude et des douleurs.

Une étude effectuée sur des femmes adultes obèses japonaises (Tsuritani et al., 2002) montre que l'IMC a un impact considérable sur les mouvements quotidiens. Une diminution des fonctions physiques a été rapportée lorsque l'âge et l'IMC augmentent. L'IMC a également un impact sur les douleurs au niveau lombaire ainsi qu'au niveau des membres inférieurs.

Une autre étude (Wearing, Hennig, Byrne, Steele, & Hills, 2006a) met en avant le fait que l'obésité est impliquée dans des troubles musculo-squelettiques du dos, de la hanche, du genou, de la cheville et du pied. L'excès de charge au niveau de l'appareil locomoteur provoque un stress des structures (os, cartilages, tissus mous) prédisposant ainsi la personne obèse à des risques de lésions et de blessures.

(iv) Facteurs fonctionnels associés à l'obésité

Le statut physique fonctionnel d'un individu représente un déterminant majeur de la santé et de la qualité de vie. Selon Pietiläinen et al. (2008), l'obésité est étroitement liée avec la sédentarité car elle engendre une diminution de l'activité physique entraînant une faible dépense énergétique et donc une augmentation du tissu adipeux. Ces paramètres accentuent l'inactivité ce qui entraîne la personne obèse dans un cercle vicieux du déconditionnement. Le lien d'interdépendance entre ces deux problématiques est également souligné par Saunders, Larouche, Colley, & Tremblay (2012). Dans l'optique d'un programme de réadaptation, l'importance du maintien d'une activité physique, associée à un apport nutritionnel adapté a été largement montré dans la littérature (Fox & Hillsdon, 2007). La marche apparaît comme nécessaire dans le suivi d'une activité régulière sur le long terme ayant des répercussions directes sur la longueur du périmètre de marche et donc sur les activités de la vie quotidienne.

III. Méthodologie

Afin de répondre à notre question de recherche, nous avons réalisé une revue critique de la littérature.

A. *Stratégies de recherche*

Dans le but de trouver un maximum d'articles, nous avons choisi les bases de données Pubmed, PEDro, CINAHL et Cochrane Library en utilisant la stratégie de recherche suivante :

Pubmed:

(Walking OR Gait) AND (Speed OR analysis OR spatiotemporal OR Kinematic OR Kinetic) AND (BMI OR Body Mass Index OR Obesity OR Obese)

PEDro :

Nous avons choisi une stratégie simplifiée car la recherche sur PEDro avec les termes MeSH de Pubmed n'a donné aucun résultat.

BMI AND walking

Cochrane Library:

Obesity AND (gait OR walking)

CINAHL :

((MH 'obesity/CL/CO/EV/FG/ME/NU/PH/PP/PC/PR/PF/RH/RF/ST/TH')
OR (MH 'body mass index/AE/CL/EV/NU/PF/ST/SN'))
AND ((MH 'walking/AE/CL/EV/PH/PF/ST/SN') OR ((MH 'gait/PH/EV/ST')
OR (MH 'gait analysis/EV/MT/PF/ST/SN/CL'))
OR (MH 'kinetics/AE/CL/EV/MT/PH/PF/ST/TU'))

Les recherches sur ces bases de données ont commencé en février 2012 et se sont terminées au mois de mai 2012. Par la suite, nous avons décidé de faire un rappel de la recherche tous les mois sur chaque base de données afin d'avoir de nouveaux articles sur notre sujet.

B. Sélection des études

Nous nous sommes partagés la présélection de nos articles et chacun s'est occupé de deux bases de données. Nous avons effectué une première sélection par la lecture des titres puis une deuxième par la lecture des résumés. Des articles ont pu être rajoutés par berry-picking.

Les articles sélectionnés sont mis en commun afin de supprimer les doublons et de faire une lecture approfondie des articles pour sélectionner nos articles finaux.

(i) Critères de sélection par les titres

Le titre des articles doit traiter de l'obésité et d'un lien avec une activité physique, si possible la marche. Il ne doit pas faire référence à une intervention sur la population.

(ii) Critères de sélection par les résumés

Le résumé de l'article doit faire intervenir l'analyse d'au moins un paramètre spatio-temporel de la marche. Il doit comparer une population obèse avec une population dans la norme pondérale.

(iii) Berry-Picking

Lors de nos recherches sur les bases des données, certains articles nous sont proposés en berry-picking. D'autres articles ont pu être rajoutés par la lecture des références des études sélectionnées. Ces articles peuvent être sélectionnés s'ils répondent aux critères exposés ci-dessus.

Dès lors, nous avons effectué une lecture approfondie des articles retenus afin d'évaluer s'ils répondaient réellement à notre question de recherche. Cette étape a été réalisée à l'aide des critères qui vont suivre.

(iv) Critères d'inclusion des articles

Dans un premier temps, les articles doivent répondre à la question de recherche posée. Les études doivent respecter un design d'observation transversale, doivent être publiés dans les dix dernières années et être disponibles gratuitement sur les bases de données. Il doit y avoir dans la population de l'étude un groupe d'hommes et/ou de femmes obèses ($\text{IMC} > 30 \text{ kg/m}^2$) sains ayant au minimum 19 ans et maximum 65 ans, et au moins un groupe de comparaison d'hommes et/ou de femmes non obèses ($18.5 \text{ kg/m}^2 < \text{IMC} < 24.9 \text{ kg/m}^2$) âgés de 19 à 65 ans. La méthode de l'article doit comporter une analyse d'au moins un paramètre spatio-temporel du schéma de la marche. Les articles sont écrits en français ou en anglais.

(v) Critères d'exclusion des articles

Toutes les pathologies sévères associées à l'obésité sont proscrites dans les études sélectionnées, notamment tout trouble neurologique ou orthopédique ayant une influence néfaste sur l'équilibre et la marche, ou encore des maladies génétiques comme le syndrome de Prader-Willi.

Tout critère de l'article opposé aux critères d'inclusion, l'exclut.

Dans la continuité de cette analyse approfondie, nous nous sommes focalisés sur le contenu des articles et les éléments importants à retenir pour répondre à notre question de recherche. Le paragraphe ci-dessous explique les étapes de l'extraction et l'analyse des données.

C. *Extraction et analyse des données*

Nous avons effectué cette étape indépendamment à l'aide de tableaux d'extractions puis nous les avons mis en commun. Les informations extraites de l'article sont les auteurs, le pays, l'année, les objectifs de l'étude, la méthodologie utilisée, les outcomes étudiés, les résultats, les points pertinents de la discussion, les limites de l'article et les points importants de la conclusion (Annexe II : Tableau d'extraction des données vierges).

Nous avons regroupé et comparé nos extractions pour réaliser un tableau final par article

Lors de la réalisation des tableaux de résultats, nous avons utilisé des calculs de conversion et d'extrapolation des données pour faciliter les comparaisons.

Ci-dessous, les formules détaillées des conversions d'unité utilisées dans notre travail:

$$\text{Vitesse [m/s]} = \text{Vitesse [m/min]} / 60$$

$$\text{Temps [sec]} = \text{Temps [msec]} / 1000.$$

Des extrapolations ont été effectuées lorsque les résultats ne sont pas donnés par les articles et que les données brutes nous permettent de les faire. Nous avons regroupé les calculs dans les lignes suivantes.

$$\text{Temps d'appui [s]} = \text{temps de double appui [s]} + \text{d'appui unipodal [s]}$$

$$\text{Temps d'appui unipodal [s]} = \text{temps d'appui [s]} - \text{temps de double appui [s]}$$

Pour le tableau des données normalisées, la même stratégie a été utilisée lors du calcul des temps normalisés [% cycle] d'appui, de double appui, d'appui unipodal et oscillatoire. Les formules sont les suivantes :

$$\text{Donnée normalisée [\% cycle]} = \text{Donnée brute [s]} \times 100 / \text{durée du cycle [s]}$$

$$\text{Temps de double appui normalisé [\% cycle]} = \text{temps d'appui total [\% cycle]} - \text{temps d'appui unipodal [\% cycle]}$$

$$\text{Temps d'appui unipodal [\% cycle]} = \text{temps d'appui total [\% cycle]} - \text{temps de double appui [\% cycle]}$$

$$\text{Temps d'appui [\% cycle]} = \text{Temps d'appui unipodal [\% cycle]} + \text{bipodal [\% cycle]}$$

Lorsque les données ont été extraites d'un graphique, nous avons tracé des droites à l'aide d'une règle afin de trouver les valeurs correspondantes sur la figure.

Toutes les valeurs ont été arrondies à deux chiffres après la virgule. Nous n'avons pas pu obtenir les écarts types pour nos calculs car nous n'avons pas l'ensemble des données de l'échantillonnage de la population. Les données notées d'un (*) dans les

tableaux sont reportées comme significatives par les auteurs même s'il s'agit d'un calcul que nous avons réalisé pour obtenir la valeur numérique. Nous avons déclaré un résultat significatif si cela était stipulé dans le texte. Si plusieurs résultats étaient significatifs, nous avons choisi de noter la valeur p correspondant à la plus élevée (significativement plus faible) de nos études.

D. Niveau de preuve des études

Dans le but d'évaluer le niveau de preuve scientifique de nos études, nous avons pris comme référence le tableau de hiérarchie de l'évidence issu du National Health and Medical Research Council (NHMRC, 2009) rattaché au guide « Additional levels of evidence and grades for recommendations for developers of guidelines ».

E. Évaluation de la qualité des études

Une fois les études sélectionnées pour notre travail, il a fallu évaluer leur qualité. Dans ce but nous avons décidé d'utiliser l'instrument méthodologique d'évaluation de la qualité, développé par Cho & Bero (1994) Chaque membre du binôme a effectué l'évaluation indépendamment. Nous avons ensuite mis en commun nos analyses et trouvé un consensus s'il y avait divergence. Cet instrument, que nous avons comparé avec beaucoup d'autres, nous paraît être le plus approprié pour notre travail. Il a été démontré qu'il est valide et fiable pour évaluer les études médicamenteuses mais aussi les études ne concernant pas les médicaments.

L'instrument méthodologique d'évaluation de la qualité développé par Cho & Bero (1994) est composé au total de 24 items. Le premier item concerne le design de l'étude évaluée où l'on doit choisir un unique type d'étude ou l'écrire si toutefois il n'apparaît pas dans les propositions. Le deuxième item concerne l'objectif de l'étude où il faut utiliser l'espace réservé pour l'écrire. Pour répondre aux 22 autres items, nous devons choisir entre « YES », « PARTIAL », « NO » et « NOT APPLICABLE ».

L'échelle est dotée d'un système de points afin d'obtenir un score de qualité globale de l'étude. De 1 à 5 points sont attribués pour le design de l'étude (item 1). Les études observationnelles transversales ont une valeur de 3 points (sur 5 possibles). L'item 2 ne

reçoit pas de cotation. Chaque item, du numéro 3 au 24 peut rapporter 2 points pour « *YES* », 1 point pour « *PARTIAL* » et 0 point pour « *NO* » et « *NOT APPLICABLE* ». La somme des scores est divisée par le nombre de points possibles (somme des scores maximum pour chaque point excepté ceux « *NOT APPLICABLE* ») afin d'avoir un ratio compris entre 0 et 1. Plus le score se rapproche de 1 plus l'étude est de bonne qualité. Ce système explique les variations dans les totaux du tableau récapitulatif de l'évaluation de la qualité des articles.

En ce qui concerne notre travail, l'item 6 a été retiré de la grille du tableau 2 car il n'est valable que pour les études de cas-témoin. Les items 10 et 11, évaluant la randomisation des participants, ont été retirés du tableau 2 car ils sont « Not Applicable » suite à la réponse négative à l'item 9 concernant la sélection par randomisation des participants. Ils ne sont donc pas comptabilisés dans les points. De plus, les items 12 et 13 se référant à l'aveuglement des thérapeutes et des sujets ont également été éliminés du tableau 2. Ces 5 items ont été retirés du système de cotation conformément aux directives données par l'article Cho & Bero (1994) car ils ne sont pas applicables à nos articles. Nous avons un total de 18 items à évaluer, ce qui représente un maximum de 39 points.

IV. Résultats

A. Recherche d'études

Avec nos combinaisons de recherche sur PubMed, PEDro, Cochrane Library et CINAHL, nous arrivons à un total de 519 articles. Nous avons éliminé la majorité de la littérature lors de la sélection par les titres. Tous les articles qui ne traitent pas de notre question de recherche, qui ne prennent pas en compte les termes de l'obésité ou de l'analyse d'une activité physique ont été exclus, ainsi que ceux comprenant une intervention. Dans un second temps, nous sommes passés à la lecture des abstracts. Deux groupes doivent être présents dans l'abstract, à savoir un groupe obèse ($IMC > 30 \text{ kg/m}^2$) et un groupe contrôle (IMC compris entre 18 et 25 kg/m^2). Le résumé doit également mettre en évidence l'analyse d'un paramètre spatio-temporel de la marche au minimum. À ce point de notre recherche, nous disposons de 7 articles. En berry-picking nous avons eu 3 articles supplémentaires dont 1 doublon éliminé directement. Nous avons ensuite procédé à une lecture rapide des 9 articles restants ce qui nous a permis d'en éliminer 3 supplémentaires car ils ne correspondaient pas à nos critères d'inclusion des études. Les 6 articles restants ont été classés dans un tableau comparatif simple après cette lecture préliminaire.

Lors de la lecture complète des articles, nous avons retiré 2 articles supplémentaires. Le premier est un article de Ko, Stenholm, & Ferrucci (2010) qui fait intervenir des patients trop âgés (50-84 ans) dont certains sont atteints de gonarthrose dans les deux groupes. Le second est un article de Spyropoulos, Pisciotta, Pavlou, Cairns, & Simon, (1991) que nous avons pris la décision de supprimer de l'analyse car il utilise un système ancien de cotation de l'obésité qui n'est pas comparable avec nos autres articles, il s'agit des tables d'assurances vie métropolitaines qui classent l'obésité en pourcentage de poids au dessus de la norme. De plus, l'appareil d'analyse de la marche n'est pas aussi précis que ceux dont disposent les articles retenus. Cependant, nous gardons cet article pour la discussion car il s'agit de la référence commune à toutes nos études. A priori, cet article est le premier travail réalisé sur le sujet de notre recherche.

Finalement, 4 articles ont été retenus pour notre revue de la littérature. Ce sont les articles de Benedetti et al. (2009), de Błaszczyk et al. (2011), de Vismara et al. (2007) et de Lai, Leung, Li, & Zhang (2008). Sur les 4 études retenues, 3 sont des études

B. Evaluation de la qualité des articles

Tableau 2 : Qualité des articles

	Benedetti et al. (2009)	Błaszczuk et al. (2011)	Lai et al. (2008)	Vismara et al. (2007)
1. Study Design	CS	CS	CS	CS
3. Study question described	Yes	Yes	Yes	Yes
4. Study design appropriate	Yes	Yes	Yes	Yes
5. Inclusion and exclusion criteria	Partial	Partial	Partial	Partial
7. Subjects appropriate to the study	Yes	Yes	Yes	Yes
8. Control subjects appropriate	Yes	Yes	Yes	Yes
9. Subjects randomly selected from target population	No	No	No	No
14. Bias accounted for by methods	Yes	Yes	Yes	Partial
15. Known confounders accounted for by design	Yes	Yes	Yes	Yes
16. Known confounders accounted for by analysis	Partial	Yes	No	Partial
17. Sample size justification before study	No	No	No	No
18. Post hoc or CI reported for non significant results	No	Yes	No	No
19. Statistical analyses appropriate	Yes	Yes	Yes	Yes
20. Statistical tests stated	Yes	Yes	Yes	Yes
21. Exact P values or CI reported for each test	Yes	Partial	Yes	Yes
22. Attrition of subjects and reason for attrition recorded	Yes	N/A	N/A	N/A
23. Results completely reported for those who completed study	Yes	Yes	Partial	Yes
24. Findings support conclusion	Yes	Yes	Yes	Yes
Total points	29/ 39 = 0.74	29/37 = 0.78	25/37 = 0.68	26/ 37 = 0.70

Yes = 2pts, Partial = 1pts, No = 0pts, Not applicable = 0pts

CS = Cross-sectionnal, N/A = Not Applicable

Finalement, l'étude de Błaszczyk et al. (2011) cotée à 0,78/1 nous indique une qualité scientifique supérieure aux autres études. L'étude de Lai et al., (2008) est celle qui nous indique une qualité scientifique la plus faible en comparaison avec nos autres études.

C. Niveau de preuve des études

Nos articles sont des études observationnelles transversales. Ce design correspond à un niveau d'évidence IV sur l'échelle de qualité des articles.

D. Présentation des études retenues

(i). Population

Le tableau 3 récapitule les populations étudiées dans nos articles.

L'étude de Błaszczyk et al. (2011) spécifie qu'une évaluation clinique détaillée de chaque participante a été réalisée par un physiothérapeute diplômé avant le début de l'étude dans le but d'assurer la bonne santé, la force et la mobilité suffisante de chaque sujet. Les hanches, genoux et chevilles doivent avoir les amplitudes moyennes nécessaires à la marche selon Murray (1967)

L'étude de Vismara et al. (2007) présente quelques spécificités au niveau de la population. L'article comporte 53 participants qui sont répartis en 3 groupes dont 19 sujets constituent le groupe Syndrome de Prader-Willi (SPW). Nous ne les avons pas intégrés dans le tableau 3. Les patients atteints du SWP ont été recrutés à l'institut scientifique de l'hôpital San Giuseppe (Italie) où ils sont périodiquement hospitalisés. Nous avons retenu cette étude car la distinction entre le groupe obèse et Prader-Willi est clairement établie et que les auteurs comparent le groupe obèse au groupe non-obèse.

Tableau 3 : Populations des études

		Articles										
		Benedetti et al. (2009)		Błaszczyk et al. (2011)				Vismara et al. (2007)		Lai et al. (2008)		
Population	Groupe (n)	C (15)	O (26)	C (36)	OI (44)	OII (27)	OIII (29)	C (20)	O (14)	C (14)	O (14)	
	Âge	47,5 (22-69)	45 (24-69)	36,2 ± 10,3	34.7 ± 12.7	37.5 ± 11.7	39.5 ± 10.9	30.2 ± 5.2	29.4 ± 7.9	27,57	35,36	
	H/F	04/11	10/16	0/36	0/44	0/27	0/29	10/10	5/9	6/8	6/8	
	IMC	21.33 (18-25)	35.77 (30- 51,4)	21,7 ± 1,6	32.4 ± 1.6	37.4 ± 1.3	43.8 ± 3.1	21.4 ± 2.2	39.2 ± 3.25	21.33	33.06	
Lieu de recrutement		Connais- sances et personnels de l’Université de Bologne (Italie)	Volontaires, département des maladies métaboliques Université de Bologne (Italie)	-	Clinique de traitement ambulatoire de l’obésité à l’université médicale Silesian (Katowice, Pologne)				(Italie)	-	Au sein de la population de Hong- Kong (Chine)	
Critères d’inclusion		19 < IMC < 25 Øpathologie Ø sport professionnel	-	Ø trouble neurologique ni de problèmes d’équilibre relatifs à une pathologie ou responsables de troubles de la marche Mobilités du tronc, hanche, genoux et chevilles suffisantes pour la marche, sans limitations fonctionnelles Testing force musculaire bonne à normale Différence de longueur entre les deux MI (grand trochanter – malléole externe) < 0,5cm				-	Valeurs normales pour les tests principaux de laboratoire : adrénaline et fonction thyroïdienne	Ø pathologie ou séquelle neurologique, cardio-vasculaires, Ø anormalité orthopédique, Ø douleur qui peut affecter la marche.		
Critères d’exclusion		-	Pathologies cardio- vasculaires sévères et atteintes neurologiques	-	-				-	-	-	-
C = Groupe contrôle O = Obèses OI = Obèses classe I OII = Obèses classe II					OIII = Obèses classe III n = Nombre H/F = Rapport Homme / Femme				IMC = Indice Masse Corporelle MI = Membres Inferieurs Ø = Aucun(e)			

(ii). Objectifs, hypothèses et méthodes d'analyse de la marche des études

Tableau 4 : Résumé des objectifs, des hypothèses et des méthodes d'analyse de la marche des articles

	<i>Benedetti et al. (2009)</i>	<i>Blaszczyk et al. (2011)</i>	<i>Vismara et al. (2007)</i>	<i>Lai et al. (2008)</i>
Objectifs	Comparer l'activité physique de sujets obèses et non-obèses	Déterminer l'impact de l'excès de poids sur les paramètres spatio-temporels de la marche chez les femmes obèses	Caractériser le schéma de marche des sujets atteints du SPW et le comparé aux non-obèses et obèses	Investigation tridimensionnelle des caractéristiques de la marche de sujets obèses vs non-obèses
Hypothèse	-	Phase oscillante altérée par charge du poids du corps augmentée et par le type d'obésité féminine	-	-
Outil d'analyse de la marche	IDEEA – 1 boîtier portable connecté à 5 accéléromètres 1 accéléromètre sous chaque voûte plantaire 1 accéléromètre sur chaque face antérieure de la cuisse 1 accéléromètre sur le sternum	Tapis de marche électronique de 10 m sur 1 m Électrodes en cuivre fixées sous les chaussures des sujets envoyant un signal électrique déterminant la durée et amplitude des paramètres spatio-temporels	460 Vicon 3D et 2 plates-formes de force Kistler 6 caméras, 2 plateformes de forces et 1 tapis de 10 m de long sur 1m de large Marqueurs positionnés selon Davis et al	370 Vicon 3D et 2 plates-formes de force AMTI 6 caméras, 2 plateformes de forces et 1 tapis de 10 m de long sur 1m de large Marqueurs positionnés selon Holden et Coworkers
Durée d'analyse	24h	10 A/R	5 A/R	3 A/R
Spécificité de l'analyse	Sujets vivent normalement pendant l'analyse	4 premiers et derniers pas exclus de l'analyse (analyse à l'état d'équilibre de la marche)	5 essais enregistrés mais 3 retenus et analysés Sujets marchent pieds nus et débutent sur la première plateforme par le pied droit et sur la seconde par le pied gauche	Jersey élastique autour des cuisses et des mollets afin de diminuer vibrations musculaires

SPW = Syndrome de Prader-Willi

VS = comparé (versus)

A / R = Aller / Retour

E. Consentement éclairé et aspect éthique

Les participants des 4 études ont signé un consentement éclairé et les recherches ont été approuvées par les comités d'éthique compétents de chaque institution.

F. Outcomes sélectionnés :

Les outcomes que nous avons choisis pour notre revue de la littérature sont les paramètres de la marche décrits dans le cadre théorique. Nous retrouvons donc la vitesse de marche, la cadence, la longueur du cycle et la durée de la phase d'appui qui sont repris par nos 4 études. La durée de l'appui bipodal est reprise par tous les auteurs à l'exception de Vismara et al. (2007). La durée de la phase oscillante et la durée d'un cycle sont tous deux repris par les études de Benedetti et al. (2009) ainsi que Błaszczyk et al. (2011). Deux études ((Vismara et al., 2007) ; (Benedetti et al., 2009)) analysent la durée de l'appui unipodal mais seule la première reprend l'angulation du pied à l'attaque du talon. Benedetti et al. (2009) sont également les seuls auteurs à s'intéresser à la longueur du pas.

G. Résultats par outcome :

La vitesse de marche :

Les études de Benedetti et al. (2009), de Lai et al., (2008) et de Vismara et al. (2007) montrent une diminution significative ($p < 0.05$) de la vitesse de marche chez la personne obèse par rapport au groupe contrôle. Seul Błaszczyk et al. (2011) décrivent une vitesse similaire entre les 2 groupes.

La cadence :

L'étude de Lai et al., (2008) ne rapporte pas la cadence car ils ne traitent que des résultats significativement différents. On peut en déduire que la cadence est similaire entre les 2 groupes. Błaszczyk et al. (2011) ont également trouvé une cadence semblable

entre les sujets obèses et les sujets non-obèses. Vismara et al. (2007) ont mis en évidence une diminution de ce paramètre mais de façon non-significative alors que l'étude de Benedetti et al. (2009) discute d'une cadence significativement diminuée ($p=0.05$) chez les personnes obèses.

La phase d'appui :

La durée de la phase d'appui en pourcentage du cycle est augmentée de manière significative ($p < 0.05$) chez les sujets obèses dans trois de nos études ((Błaszczyk et al., 2011), (Lai et al., 2008) et (Vismara et al., 2007)).

L'étude de Benedetti et al. (2009) met en évidence un pourcentage de phase d'appui plus long chez les obèses mais ne donne pas d'informations sur une éventuelle différence significative entre ces deux résultats.

Durée de l'appui bipodal :

Comme décrit ci-dessus, trois études ont abordé cet outcome dont deux l'ont présenté en pourcentage du cycle et une (Benedetti et al., 2009) en milliseconde. Błaszczyk et al. (2011) ainsi que Lai et al. (2008) ont mis en évidence un temps d'appui bipodal significativement augmenté chez les obèses ($p < 0.01$). Le temps en milliseconde du double appui est également augmenté dans l'étude de Benedetti et al. (2009) mais de façon non significative.

Durée de l'appui unipodal :

L'étude de Vismara et al. (2007) met en évidence un temps d'appui unipodal en pourcentage du cycle diminué de façon significative chez le groupe d'obèses ($p < 0.02$). Benedetti et al. (2009) rapportent la mesure en milliseconde et trouvent une diminution non-significative de la durée de l'appui.

Tableau 5 : Résultats bruts des paramètres spatio-temporels

Durée d'analyse de la marche	<i>Benedetti et al. (2009)</i>		<i>Błaszczuk et al. (2011)</i>				<i>Vismara et al. (2007)</i>		<i>Lai et al. (2008)</i>	
	24 heures		10 Aller / Retour				5 Aller / Retour		3 Aller / Retour	
Groupe	C	O	C	OI	OII	OIII	C	O	C	O
<i>Vitesse [m/s]</i>	1.32 ± 0.32	1.10 ± 0.33*	1.08 ± 0.2	1.12 ± 0.2	1.08 ± 0.2	1.03 ± 0.15	-	-	1.27 ± 0.17	1.12 ± 0.10*
<i>Cadence [pas/min]</i>	104.18 ± 10.06	93.11 ± 20.11*		106 ± 10			117.84 ± 4.80	115.57 ± 4.60	ND	
<i>Longueur cycle [m]</i>	1.81 ± 0.53	1.64 ± 0.75	1.24 ± 0.14	1.24 ± 0.15	1.19 ± 0.15	1.17 ± 0.09	-	-	ND	
<i>Longueur pas [m]</i>	0.90 ± 0.26	0.82 ± 0.37			-		-	-	-	-
<i>Temps appui [s]</i>	0.59	0.60	0.75 ± 0.09	0.73 ± 0.09	0.75 ± 0.09	0.77 ± 0.09	-	-	-	-
<i>Temps double appui [s]</i>	0.16 ± 0.07	0.19 ± 0.06	0.17 ± 0.03	0.17 ± 0.03*	0.19 ± 0.03*	0.20 ± 0.04*	-	-	-	-
<i>Temps appui unipodal [s]</i>	0.43 ± 0.11	0.41 ± 0.07	0.58	0.56	0.56	0.57	-	-	-	-
<i>Temps oscillatoire [s]</i>	0.43 ± 0.11	0.41 ± 0.07	0.42 ± 0.03	0.39 ± 0.04*	0.38 ± 0.03*	0.38 ± 0.02*	-	-	ND	
<i>Angulation du pied [°]</i>	-	-	-	-	-	-	6.88° ± 3.96°	13.73° ± 5.19°*	-	-
<i>Durée cycle [s]</i>	1.12 ± 0.09	1.18 ± 0.07*	1.17 ± 0.11	1.12 ± 0.12	1.12 ± 0.11	1.15 ± 0.11	-	-	-	-

C = Groupe contrôle

O = Groupe obèse

OI = Groupe obèses classe I

OII = Groupe obèses classe II

OIII = Groupe obèses classe III

ND = paramètre étudié mais résultats non décrits dans l'étude

* = différence significative vs groupe contrôle



Résultats convertis à partir des données de l'étude



Résultats calculés/extrapolés à partir des données de l'étude

Tableau 6 : Résultats normalisés des paramètres spatio-temporels

		<i>Benedetti et al. (2009)</i>		<i>Błaszczek et al. (2011)</i>			<i>Vismara et al. (2007)</i>		<i>Lai et al. (2008)</i>		
Durée d'analyse de la marche		24 heures		10 Aller / Retour			5 Aller / Retour		3 Aller / Retour		
Groupe		C	O	C	OI	OII	OIII	C	O	C	O
Résultats	Vitesse [m/s]	-	-	-	-	-	-	0.78 ± 0.06	0.73 ± 0.06*	-	-
	Longueur cycle (normalisé à la taille du sujet)	-	-	-	-	-	-	0.80 ± 0.04	0.76 ± 0.05*	0.77 ± 0.06	0.71 ± 0.04*
	Temps appui [% cycle]	52.68	50.85	64.10 ± 1.60	≈65.10*	66.40*	67.70*	60.07 ± 1.40	62.22 ± 1.28*	58.51 ± 1.93	60.21 ± 1.32*
	Temps double appui [% cycle]	14.28	16.10	14.53	15.18*	16.96*	17.39*	20.16	24.46	9.55 ± 1.86	11.29 ± 1.32*
	Temps appui unipodal [% cycle]	38.39	34.75	49.57	49.82	49.44	50.31	39.91 ± 1.48	37.76 ± 1.34*	48.96	48.92
	Temps oscillatoire [% cycle]	38.39	34.75	35.79	34.85*	33.51*	32.92*	-	-	-	-
	Durée du cycle [s]	1.12 ± 0.09	1.18 ± 0.07*	1.17 ± 0.11	1.12 ± 0.12	1.12 ± 0.11	1.15 ± 0.11	-	-	-	-

C = Groupe contrôle

O = Groupe obèse

OI = Groupe obèses classe I

OII = Groupe obèses classe II

OIII = Groupe obèses classe III

* = différence significative vs groupe contrôle



Résultats calculés/extrapolés à partir des données de l'étude



Résultats convertis à partir des données de l'étude

Durée de la phase oscillante :

Deux auteurs se sont intéressés à ce paramètre. La première étude (Benedetti et al., 2009) montre une durée de phase oscillante en milliseconde similaire dans les 2 groupes. Błaszczyk et al. (2011) ont montré une diminution importante et significative ($p < 0.00001$) du temps oscillatoire en milliseconde ainsi qu'en pourcentage du cycle de marche (normalisé) dans l'échantillon de la population obèse

Longueur d'un cycle :

Deux études ont fait le choix de rapporter la longueur d'un cycle normalisée à la taille des sujets (Lai et al., 2008) et (Vismara et al., 2007). Pour chacune de ces deux études, la longueur du cycle est diminuée de façon significative ($p < 0.02$) chez les personnes obèses. Les deux études de Benedetti et al. (2009) et de Błaszczyk et al. (2011) trouvent des diminutions non significatives de la longueur du cycle entre sujets obèses et non-obèses.

Longueur d'un pas :

L'étude tenant compte de ce paramètre (Benedetti et al., 2009) ne trouve pas de différence significative entre les 2 groupes.

Durée d'un cycle :

L'étude de Benedetti et al. (2009) montre une augmentation significative ($p = 0.035$) de la durée du cycle chez les obèses tandis que Błaszczyk et al. (2011) ne mettent pas en évidence de variation de temps entre les 2 groupes.

En résumé, nous pouvons dire que la phase d'appui est augmentée chez les sujets obèses. Plus précisément, la durée de la phase unipodale et de la phase bipodale sont plus importantes. Consécutivement, la vitesse est réduite par rapport au groupe contrôle. En parallèle, la longueur du cycle est diminuée et la durée de la phase oscillante montre une tendance à la réduction dans le groupe obèse. La cadence et la longueur du pas sont similaires ou faiblement diminuées chez les sujets obèses.

V. Discussion

A. *Effets de l'obésité sur les paramètres spatio-temporels*

Tous les auteurs, sauf Błaszczyk et al. (2011), ont identifié un ralentissement significatif de la vitesse de marche des obèses, comparé au groupe contrôle. La plupart des auteurs (Błaszczyk et al., (2011) , Lai et al. (2008), Vismara et al., (2007)) pensent que la vitesse de marche des obèses est altérée afin de minimiser le coût énergétique par distance parcourue. Błaszczyk et al. (2011) citent Griffin, Roberts, & Kram (2003) et Bastien, Willems, Schepens, & Heglund (2005) qui ont mis en évidence une vitesse de marche optimale pour minimiser les coûts énergétiques nets avoisinant 1,06 m/s. Cette valeur s'approche de celles relevées pour les sujets obèses dans notre revue. Nous pouvons relier ce fait sur la consommation énergétique à l'augmentation significative de ce paramètre sur 24 heures trouvée par Benedetti et al. (2009) dans le groupe obèse, en comparaison avec le groupe contrôle. Il nous semblerait logique que les personnes obèses cherchent à minimiser leurs dépenses énergétiques dans leurs activités de la vie quotidienne dont la marche fait partie. Néanmoins, Lai et al. (2008) pensent que la diminution de vitesse observée dans leur étude aurait un rôle d'adaptation du corps sur les forces s'exerçant sur le genou lors de la marche. Le fait que l'étude de Błaszczyk et al. (2011) ne trouve pas une diminution de vitesse significative chez les obèses peut être mis en lien avec la vitesse analysée pour le groupe contrôle qui est particulièrement basse pour une vitesse de confort (selon Viel (2000), 1.30-1.60 m/s). Cette divergence avec les autres auteurs peut s'expliquer par la constitution uniquement féminine des groupes observés mais également par le manque d'informations sur la population source du groupe contrôle.

Błaszczyk et al. (2011) sont les seuls de notre revue à avoir étudié l'effet des données anthropométriques sur les paramètres spatio-temporels et ils ont trouvé que la vitesse de marche est corrélée négativement à l'âge, et positivement à la taille et à longueur des membres inférieurs. Nous trouvons cohérent le fait que l'âge et la taille influence la vitesse de marche comme il a également été mentionné par Vismara et al. (2007), Perry et al. (2010) et Viel (2000). Néanmoins, malgré une normalisation de la vitesse par rapport à la taille du sujet, Vismara et al. (2007) ont trouvé une différence significative

entre les personnes obèses et non obèses. Ce qui supprime la variante de la longueur des membres inférieurs et appuie le fait que l'obésité influence la vitesse.

La longueur du cycle est également un facteur influençant la vitesse de marche. De plus, elle est positivement corrélée à la longueur des membres inférieurs selon Błaszczyk et al. (2011), Viel (2000) et Perry et al. (2010). Błaszczyk et al. (2011) n'ont pas fait le choix de normaliser ces résultats tout comme Benedetti et al. (2009). Par conséquent, la variante de la longueur des membres n'est pas supprimée ce qui ne permet pas d'observer les effets de l'obésité seule. Ce point nous semble pertinent au regard des différences non-significatives intergroupes montrées par Błaszczyk et al. (2011) et appuyées par les données de Benedetti et al. (2009) concernant la longueur du cycle. Par opposition, Vismara et al. (2007) et Lai et al. (2008) ont fait le choix de normaliser le paramètre et ont trouvé une diminution significative de la longueur du cycle. Leurs manières de procéder permettent d'appuyer l'hypothèse que l'obésité diminue la longueur du cycle.

Tous les auteurs montrent une augmentation du temps d'appui chez le sujet obèse à l'exception de Benedetti et al. (2009) dans les données en pourcentage du cycle. Ce point nous semble pertinent car il explique une recherche de stabilité du sujet obèse durant la déambulation comme le souligne Viel (2000), Lai et al. (2008), Vismara et al. (2007) et Błaszczyk et al. (2011). D'autant plus que Błaszczyk et al. (2011) soulignent la corrélation positive entre le poids, l'IMC et la durée de la phase d'appui. Ils notent également que le temps d'appui normalisé influence la durée du cycle et est corrélée négativement avec la vitesse. Cependant, les résultats de Benedetti et al. (2009) divergent du fait que la durée du cycle reportée par leur analyse est augmentée chez les sujets obèses, ce qui n'est pas le cas dans l'étude de Błaszczyk et al. (2011) par exemple. Cette variation peut être liée à la durée d'observation qui s'étend sur 24 heures ce qui permet d'avoir des données dans un contexte hors laboratoire.

La modification de ce temps d'appui est liée à une augmentation de la phase d'appui bipodal pour tous les auteurs (Błaszczyk et al. (2011), Benedetti et al. (2009), Lai et al. (2008) et Vismara et al. (2007)). Comme décrit dans le cadre théorique, la durée de l'appui bipodal est très importante pour le transfert de poids d'une jambe sur l'autre. Il n'est donc pas étonnant de constater l'allongement de ce temps chez les personnes

obèses. Benedetti et al. (2009) et Vismara et al. (2007) l'associent à une diminution de l'appui unipodal, ce qui se comprend par la recherche de stabilité évoquée précédemment. En revanche, Błaszczyk et al. (2011) et Lai et al. (2008) trouvent des résultats similaires entre les deux groupes pour la durée de l'appui unipodal. Les auteurs ne donnent pas de pistes explicatives pour ces divergences mais à la vue des notions d'adaptations de la stabilité, nous pouvons supposer que la phase unipodale n'entre pas dans les mécanismes clés de cette compensation.

Parallèlement aux durées d'appuis, la durée de la phase oscillante varie aussi de façon à maintenir une certaine durée de cycle. Les deux études ((Benedetti et al., 2009) et (Błaszczyk et al., 2011)) pour lesquels nous avons des valeurs de ces paramètres trouvent une diminution du temps de la phase oscillatoire. Błaszczyk et al. (2011) expliquent cela par le type d'obésité dont les femmes sont majoritairement atteintes et qui entraîne une accumulation de graisse au niveau des cuisses. Ils citent Doke, Donelan & Kuo (2005) qui ont estimé que le mouvement de pendule des membres inférieurs à une fréquence typique nécessiterait au moins un tiers de l'énergie nette consommée chez des jeunes femmes pendant la marche à une vitesse préférentielle. Par ce principe, nous admettons que le fait de diminuer la durée de la phase oscillante pourrait permettre une économie d'énergie chez le sujet obèse durant la marche comme le souligne Błaszczyk et al. (2011). En revanche, nous ne pouvons pas généraliser cette explication à Benedetti et al. (2009) car ils ne se focalisent pas sur des sujets féminins uniquement. Nous pouvons cependant relier cela à la diminution de l'appui unipodal mis en évidence précédemment. Rappelons pour la compréhension que l'oscillation d'un membre inférieur est forcément liée à l'appui unipodal du membre controlatéral ((Viel, 2000) et (Perry et al., 2010)). Si un des deux paramètres est diminué, il en résulte donc une diminution du second.

Błaszczyk et al. (2011) et Benedetti et al. (2009) ne sont pas en accord sur la modification des durées de cycle. Les résultats de l'étude de Błaszczyk et al. (2011) montrent une diminution de cette durée alors que Benedetti et al. (2009) trouvent une augmentation de ce paramètre. La durée du cycle étant en lien direct avec la durée de l'appui et la durée de la phase oscillatoire, il nous semble logique d'observer des variations de résultats chez les auteurs car cela dépend de l'importance des variations relevées par les auteurs pour les deux déterminants.

Aucun des auteurs n'a noté de différences significatives de cadence entre les obèses et les sujets des groupes contrôles sauf Benedetti et al. (2009) pour qui les obèses ont une cadence diminuée. Cette divergence semble cohérente avec les résultats de leur étude. En effet, Benedetti et al. (2009) ont une durée de cycle augmentée significativement ce qui explique le nombre de pas par minute diminué (cadence).

L'angulation des pieds à l'attaque du talon n'a été étudiée que par l'étude de Vismara et al. (2007). Les auteurs ont trouvé une augmentation significative chez les personnes obèses de l'angle du pied au contact du sol. Nous avons noté dans notre cadre théorique (Viel, 2000) que plus le poids augmente plus l'angle des pieds à l'attaque du talon augmente ce qui corrobore les résultats de l'étude. Les auteurs Vismara et al. (2007) expliquent un lien possible entre cette rotation augmentée du pied et les conséquences articulaires à long terme de l'obésité.

Lorsque nous avons décrit les paramètres spatiaux de la marche dans notre cadre théorique, l'écartement des pieds lors de la marche a été explicité. Nous pensions que ce paramètre aurait pu être modifié chez les personnes obèses pendant la marche. Nous supposons que les obèses auraient des pas plus larges que les personnes des groupes contrôles afin d'augmenter leur base de sustentation, ce qui contribuerait à la stratégie adaptative de l'équilibre. Malheureusement, aucun de nos articles n'a pris en compte ce paramètre dans les analyses des cycles de marche.

B. Confrontation à la littérature existante

Dans ce paragraphe, nous allons mettre en avant les différences et les similitudes entre nos études et la littérature existante sur le sujet que nous avons exclu de notre revue.

En effet, dans les références de nos études, nous avons constaté la présence d'une revue de la littérature de Wearing, Hennig, Byrne, Steele, & Hills (2006b) dont l'objet est d'établir les conséquences de l'obésité et du surpoids sur la fonction du membre inférieur. Cette revue dont l'intérêt dans le domaine de l'obésité est certain, présente une méthodologie lacunaire. Elle se différencie de notre travail sur différents points car aucun de nos articles ne fait partie des références de cette revue et tous sont plus récents

que la date de publication de la revue. Ce travail soulève la problématique du manque important de littérature sur les caractéristiques basiques de la marche chez l'obèse malgré la simplicité de l'analyse. Selon les auteurs, qui se basent sur Spyropoulos et al. (1991), entre autre, la vitesse de marche est constamment diminuée chez les sujets obèses par rapport aux sujets contrôle.

Spyropoulos et al. (1991) définissent cette diminution comme significative ($p < 0.001$) entre les groupes. Cette donnée correspond aux résultats trouvés dans 3 de nos études à l'exception de Błaszczyk et al. (2011) qui trouvent une vitesse similaire entre tous les groupes (C, OI, OII, OIII).

De la même manière que la vitesse de marche, la cadence est diminuée de façon significative dans la revue de l'obésité de Wearing et al. (2006b) et dans l'article de Spyropoulos et al. (1991). Dans notre revue, les résultats sont mitigés. Błaszczyk et al. (2011) ont montré une cadence similaire entre les groupes, tandis que Lai et al. (2008) et Vismara et al. (2007) mettent en évidence une diminution non-significative de ce paramètre. Finalement, Benedetti et al. (2009) sont les seuls à trouver un résultat concordant avec les deux auteurs confrontés pour une cadence significativement diminuée. Ce résultat est à discuter car Benedetti et al. (2009) disent trouver un résultat similaire à la littérature existante. Or il se base sur Lai et al. (2008) que nous avons décrit comme non significatif ainsi que sur une étude menée sur des garçons pré pubères (McGraw, McClenaghan, Williams, Dickerson, & Ward, 2000). Cependant, il faut noter que Benedetti et al. (2009) sont les seuls à mener une étude en milieu extérieur sur 24 heures (Cf. Pistes pour de futures recherches).

Les variations entre les auteurs peuvent également être expliquées par la différence de système d'analyse (Cf. limites de la revue). Concernant le temps de la phase d'appui, les résultats extrapolés de Benedetti et al. (2009) et ceux donnés par Błaszczyk et al. (2011) montrent une tendance des obèses à augmenter cette phase ce qui s'accorde avec les valeurs relevées par Spyropoulos et al. (1991). Aucun chiffre n'est rapporté comme significatif. Lorsque ce paramètre est normalisé en pourcentage du cycle Błaszczyk et al. (2011), Lai et al. (2008), Vismara et al. (2007), Spyropoulos et al. (1991) et Wearing et al. (2006b) s'accordent à dire que la durée de la phase d'appui est augmentée de façon significative chez les sujets obèses.

Parallèlement à ce fait, les auteurs de nos études s'accordent avec la revue de Wearing et al. (2006b) sur l'augmentation du temps de double-appui (paramètres normalisés et non-normalisés) dans le groupe des obèses. Deux études, celle de Lai et al. (2008) et celle de Błaszczyk et al. (2011), parlent d'une différence significative ($p < 0.01$) entre les deux groupes.

Les différents auteurs s'accordent à dire que les obèses augmentent leur temps d'appui total et bipodal afin d'améliorer leur stabilité durant la marche. Błaszczyk et al. (2011) pointent ce paramètre comme étant le mécanisme clé de l'ajustement des caractéristiques de la marche chez l'obèse. Spyropoulos et al. (1991) ajoutent à cette argumentation le paramètre de l'écartement des pieds, non-étudié par nos auteurs, qui est augmenté de manière hautement significative chez les obèses et qui s'ajouterait dans l'adaptation de l'équilibre.

Consécutivement, nous retrouvons une diminution significative de la phase oscillante chez Błaszczyk et al. (2011) en accord avec Spyropoulos et al. (1991) et Wearing et al. (2006b). Bien qu'ils montrent également une diminution du temps de phase oscillante, les résultats de Benedetti et al. (2009) ne peuvent pas être pris en compte car une erreur semble présente dans leur tableau des résultats. L'exacte similitude des données de la phase oscillante et du temps unipodal tend à montrer que ces résultats ne peuvent pas être pris comme fiables. Nous aborderons ce point dans la limite de la qualité des études.

La littérature existante relève une longueur du pas systématiquement diminuée chez la personne obèse ce qui s'accorde avec Benedetti et al. (2009) bien que leurs résultats ne soient pas significatifs. Cependant, une seule de nos études s'est intéressée à ce paramètre ce qui n'est pas suffisant pour soulever une différence avec les données relevées précédemment. Concernant la longueur du cycle, nos deux études étudiant ce sujet (Benedetti et al. (2009) et Błaszczyk et al. (2011)) ont trouvé des résultats non-significatifs alors que Spyropoulos et al. (1991) ont mis en évidence une réduction significative et importante (0.42 m) entre les valeurs moyennes des deux groupes de ce paramètre chez l'obèse.

Les groupes des études ayant des âges similaires à ceux de Spyropoulos et al. (1991), nous ne pouvons pas attribuer ces divergences à l'âge des sujets. La méthodologie

particulière (en extérieur) de Benedetti et al. (2009) pourrait expliquer une différence. En revanche, comme démontré par Błaszczyk et al. (2011), la corrélation positive ($p < 0.02$) existant entre la vitesse de marche et la longueur du cycle explique cette différence. En effet, le fait que Spyropoulos et al. (1991) trouvent une grande variation de vitesse intergroupe, justifie l'importante différence dans les données de la longueur du cycle. Or, en comparaison, nos auteurs ont des résultats moins importants (Benedetti et al., 2009) voire non-significatifs (Błaszczyk et al., 2011) de la vitesse, ce qui explique la faible variation du cycle entre leurs groupes.

C. Limites de la qualité scientifique des études

Une des limites de notre revue est le faible niveau de preuve scientifique de nos études. Néanmoins notre question de recherche excluant toute randomisation, intervention et aveuglement des sujets ainsi que des thérapeutes, nous ne pouvions pas prétendre à sélectionner des études ayant un niveau de preuve supérieure.

L'étude de (Benedetti et al., 2009) a suscité quelques interrogations concernant son design. Après son analyse, il nous a semblé clair que cet article est une étude pilote qui utilise le même design que nos autres études sélectionnées, à savoir des études transversales d'observation.

Les populations issues de nos études sont constituées au minimum de deux groupes, d'un côté les personnes obèses et de l'autre les sujets contrôles avec un IMC dans la norme. Comme on peut le voir dans le tableau 3, le nombre de sujets par groupe est assez faible ce qui peut être une limite de la généralisation des résultats de notre revue. La seule exception est l'étude de Błaszczyk et al. (2011) qui comporte, avec le total des quatre groupes, 136 sujets.

Au faible nombre de sujets, s'ajoute le fait que les auteurs des diverses études ne font pas de calculs du taux d'échantillonnage de la population, afin de connaître la taille de l'échantillon nécessaire à la généralisation des résultats ou à valider le faible nombre de participants inclus dans leurs études.

Toutes nos études sélectionnées ne décrivent pas assez leurs critères d'inclusion et d'exclusion, en particulier dans les publications de Lai et al. (2008) et Vismara et al. (2007) (Cf. Tableau 3). Nous avons choisi de ne pas inclure les articles dont la population présentait des pathologies arthrosiques au début de ce travail. Hors nous ne pouvons certifier qu'aucun sujet ne présente de pathologies associées, des douleurs ou encore des déformations articulaires dans les études de Lai et al. (2008) et de Vismara et al. (2007).

En effet, le terme « anormalité orthopédique » décrit par Lai et al. (2008) dans leurs critères d'inclusion manque de précision pour ce qui est du type, de la localisation et du degré de l'atteinte. Le terme étant large on peut cependant supposer que les pathologies arthrosiques ont été écartées. En revanche, Vismara et al. (2007) ne décrivent aucun critère d'inclusion pour les obèses outre les tests de laboratoire et encore moins pour les non-obèses, ce qui induit un biais important quant aux possibilités d'atteintes de l'appareil locomoteur dans les groupes.

L'étude de Błaszczyk et al. (2011) présente également un biais dans la sélection des participantes car aucune information n'est retranscrite sur le recrutement du groupe contrôle. Par conséquent, on ne sait pas si elles font partie de la même population source ce qui pourrait amener des résultats non représentatifs. Nous retrouvons la même problématique dans l'article de Vismara et al. (2007) concernant le recrutement du groupe obèse et non-obèse, la seule information étant que les sujets ont été spécialement recrutés pour l'étude.

Outre ce biais, aucune étude ne présente le nombre d'années d'obésité des patients. On peut supposer qu'un sujet, ayant pris une quantité importante de masse grasse responsable de l'obésité dans les mois précédents l'étude, n'aura pas les mêmes conséquences en terme de schéma de marche, qu'une personne obèse depuis l'enfance. Bien que cette problématique ne semble pas abordée dans la littérature, nous émettons l'hypothèse que la musculature ne s'adapte pas de façon similaire chez l'enfant en excès de poids permanent en comparaison avec une surcharge pondérale importante et rapide de l'adulte. L'article paru dans la revue de l'obésité (Wearing, Hennig, Byrne, Steele, & Hills, 2006c) montre que l'obésité durant l'enfance entraîne une diminution de la force musculaire alors que la même revue (Wearing et al., 2006b) pour les adultes

montre des résultats plus mitigés bien que la tendance soit à la diminution de la force normalisée.

Une autre étude a, au départ, posé problème (Lai et al., 2008) car elle étudie une population d'adultes obèses de nationalité chinoise. Or, comme les auteurs le spécifient, la classification internationale de l'obésité en fonction de l'IMC développée par l'OMS doit être adaptée pour la population asiatique. Il s'agit de la Classification de l'obésité pour les adultes asiatiques. Dans cette table, l'obésité est définie avec un IMC supérieur à 25 kg/m^2 ce qui correspond au surpoids dans la classification internationale. Cependant, les auteurs ont pris une population d'obèses chinois avec un IMC supérieur à 30 kg/m^2 , de ce fait, les sujets sont forcément considérés comme obèses dans les pays hors de l'Asie si on se réfère à la table de classification internationale que nous utilisons dans ce travail. Le problème n'a donc plus lieu d'être.

Il ne semble pas y avoir de démarche unique concernant l'analyse de la marche en laboratoire. En effet, bien que Lai et al. (2008) ainsi que Vismara et al. (2007) utilisent le même outil d'analyse de la marche, leur méthodologie diverge sur le nombre d'allers retours à effectuer ainsi que sur les modalités.

Concernant les résultats des études, l'étude de Lai et al. (2008) nous a interpellée car elle ne décrit que les résultats significatifs trouvés. Nous n'avons aucune valeur des autres résultats, ce qui ne nous permet pas de comparer les valeurs avec les autres études. Uniquement Błaszczyk et al. (2011) prennent en compte les facteurs confusionnels dans l'analyse des résultats. Les auteurs mettent en parallèle les résultats des paramètres spatio-temporels avec les facteurs autres que l'obésité, qui peuvent potentiellement les influencer comme l'âge et la taille du sujet. Les auteurs essaient ainsi de limiter le biais afin de savoir s'il existe des corrélations entre ces facteurs et les paramètres spatio-temporels. Ils analysent aussi les possibles corrélations des paramètres spatio-temporels entre eux. Les trois autres études que nous avons sélectionnées n'étudient pas cela. L'interprétation de leurs résultats n'est pas optimale pour ces raisons.

L'étude de Benedetti et al. (2009) comporte une erreur dans le tableau 4 de leurs résultats. Les durées de la phase oscillante chez les sujets obèses et les sujets du groupe

contrôle sont strictement les mêmes (même les déviations standards) que les durées de la phase d'appui unipodal. Cela nous a posé quelques soucis pour l'interprétation des résultats et la crédibilité de ceux ci.

Cette même étude ne précise pas non plus si certains sujets ont arrêté l'étude pendant les 24 heures d'observations avec l'outil IDEEA. Nous en avons donc déduit que tous les sujets ont mené l'observation à terme.

Dans l'étude de Błaszczyk et al. (2011), les résultats des temps d'appui unipodal et des temps oscillatoire nous ont interpellés. En effet, plus les personnes sont obèses plus les temps d'appui unipodal sont augmentés, en outre plus les personnes sont obèses plus les temps oscillatoires sont réduits. Or les deux paramètres sont liés et ne devraient pas donner des résultats opposés.

D. Limites de la revue

Outre les limites liées à la qualité des articles, nous avons rencontré un problème au niveau de la littérature existante sur le sujet. En effet, de nombreux articles sont publiés sur l'obésité avec des interventions en lien avec l'activité physique visant une perte de poids. L'obésité pendant l'enfance suscite également beaucoup d'intérêts ainsi que l'influence de l'obésité sur les articulations. Peu d'auteurs s'intéressent à la thématique de l'effet du poids sur la marche dans des cas non pathologiques (Wearing et al., 2006b). Nous pensons que ce manque de publication est lié au fait que la recherche vise dans un premier temps à montrer l'intérêt ou non d'une intervention dans la pratique courante afin d'optimiser les coûts de la santé. Or cette revue pourrait s'apparenter à un travail préliminaire dans l'optique de mettre en évidence des modifications de la marche. Des recherches secondaires sur les interventions en physiothérapie pourraient être envisageables afin de voir l'impact de nos prestations sur ces changements.

De plus, nous avons été confrontés à travers ce travail à des difficultés relevant de la méthodologie des études. Le fait que différents appareils d'analyse de la marche soient utilisés par les auteurs est susceptible d'entraîner des variations dans les résultats. Tout d'abord, seuls les articles de Benedetti et al. (2009) et Błaszczyk et al. (2011) donnent des informations sur la validité et la fiabilité de leurs outils de mesure. Bien que les systèmes Vicon 3D semblent valides et fiables car ils apparaissent sur des sites

d'analyse de la marche, destinés au corps médical (selon le site de l'Unité Clinique d'Analyse de la Marche et du Mouvement du Centre de Médecine Physique et de Réadaptation pour Enfants de Bois-Larris (Croix-Rouge Française)) rien n'est stipulé dans les deux articles qui s'en servent. Nous pouvons supposer que la technologie et la précision des appareils entre l'article de Spyropoulos et al. (1991) et celui de Błaszczyk et al. (2011) a évolué de façon positive au niveau du seuil d'erreur des appareils utilisés, ce qui peut également engendrer des variations dans les mesures.

En outre, la méthodologie entre chaque étude diffère, alors que Benedetti et al. (2009) évaluent en milieu extérieur avec un appareil portable, les autres auteurs sont en laboratoire de marche. Au sein des laboratoires de marche, d'autres variables entrent en jeu ; les sujets dans les études de Błaszczyk et al. (2011) portent des chaussures tandis que ceux de l'étude de Lai et al. (2008) marchent pieds nus. La dernière étude ne précise pas cette information (Vismara et al., 2007). Dans l'étude publiée par Spyropoulos et al. (1991), souvent utilisée comme référence, les sujets sont pieds nus. Dans un autre registre, l'hétérogénéité des durées d'observation, en particulier entre Benedetti et al. (2009) et les trois autres études, rend difficile la comparaison et l'interprétation des résultats dans notre revue. En effet, une analyse sur 24 heures en conditions de vie réelles diffère des conditions d'analyse en laboratoire de marche, avec le stress engendré par les observateurs. D'un autre point de vue, cela apporte également des informations complémentaires ou des pistes supplémentaires pour l'explication des divergences.

L'extrapolation et la conversion de certains résultats pourraient également être une limite de notre revue. En effet, comme les auteurs ne présentent pas les résultats de la même manière ou avec des unités comparables, nous avons procédé à des calculs de transformations des unités et de normalisation des paramètres. De ce fait, nous n'avons pas systématiquement les explications des auteurs sur ces chiffres ou sur leurs variations à la norme. De plus, nous ne pouvons pas déterminer les déviations standards ce qui ne donne pas d'informations sur la représentativité des données. Par exemple, l'article de Błaszczyk et al. (2011) qui utilise les résultats normalisés tout au long de la discussion et ne les présente pas dans un tableau, mais uniquement dans des graphiques où l'échelle est trop serrée pour que l'on puisse déduire les chiffres de façon exacte. L'interprétation des résultats se trouve donc limitée par des données incomplètes.

Dans notre travail, nous n'avons pas analysé la cinétique et la cinématique de la marche dans son intégralité ce qui ne permet pas de traiter d'informations exhaustives concernant la marche des sujets obèses et non-obèses. Le manque de littérature sur le sujet contribue à cette limite de notre revue pour ce qui est de la cinématique, en particulier pour l'angulation à l'attaque du talon, l'écartement des pieds et la longueur du pas. En revanche, nous avons fait le choix d'exclure l'étude des moments de force pour nous focaliser sur les paramètres spatio-temporels pour préciser notre travail.

Nous avons fait le choix dans notre revue de la littérature de nous focaliser sur l'IMC comme mesure de l'obésité. Bien que cette mesure soit une référence pour déterminer l'obésité, elle n'est pas la plus précise. En effet, le rapport de la circonférence de la taille par rapport à la circonférence des hanches permet de savoir si une personne a plutôt une forme gynoïde ou plutôt androïde. Cette précision aurait pu être intéressante dans notre travail car l'accumulation de graisse au niveau de l'abdomen peut avoir un impact différent qu'une accumulation de graisse au niveau des hanches et des cuisses. Comme l'ont expliqué Błaszczyk et al. (2011), cela peut avoir des effets sur les paramètres spatio-temporels de la marche.

Finalement, un point important à prendre en compte des limites de la revue reste le parallèle avec la marche humaine de référence. Aucun de nos articles ne parle de ce sujet, pourtant les paramètres spatio-temporels s'adaptent en fonction des variations de la vitesse chez l'adulte non-obèse tout comme chez le sujet obèse. Il est donc important de comparer ces résultats avec les données de la littérature et des bases de données des laboratoires de la marche pour ne pas mal interpréter des résultats comme évoquant un changement dans le schéma de marche de la personne souffrant d'obésité.

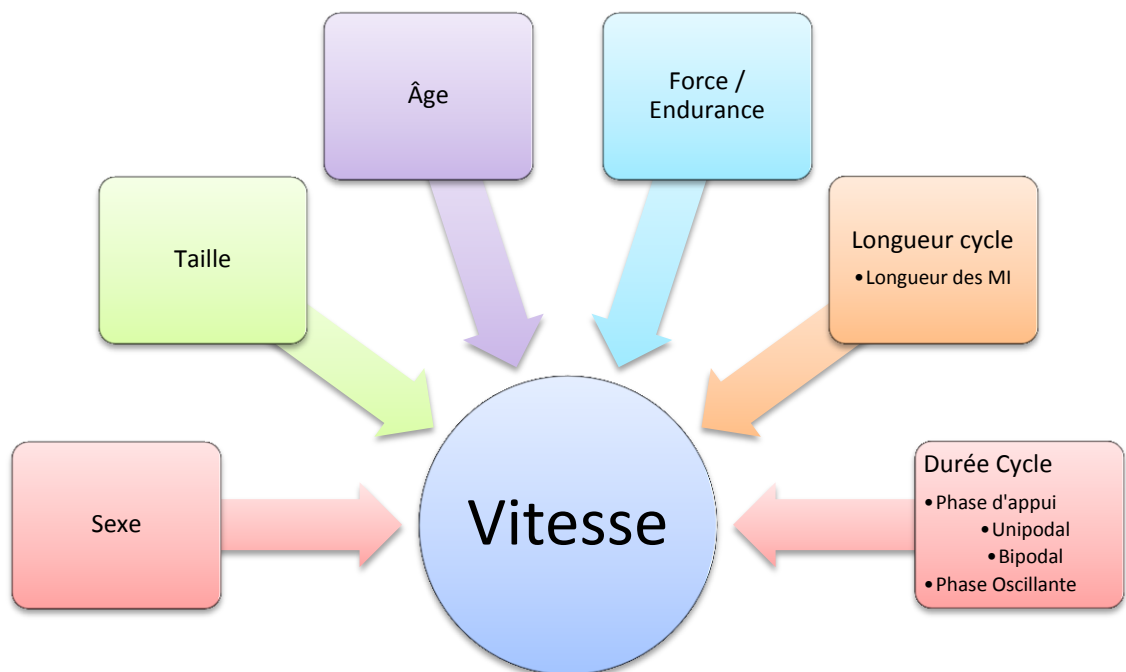
E. L'essentiel pour les praticiens

Les informations qui vont suivre, se sont construites d'après les résultats que nous avons mis en évidence grâce à notre revue de la littérature. Bien que le manque de littérature sur le sujet soit manifeste et que le niveau d'évidence scientifique de nos articles ne soit pas le plus élevé, nous tenons à souligner certains points importants pour la pratique professionnelle.

Les tendances des résultats de notre revue de la littérature nous montrent chez les sujets obèses, une diminution de la vitesse de marche de confort accompagnée d'une augmentation de la durée totale d'appui avec une durée d'appui bipodal prolongée, ainsi qu'une diminution de la longueur d'un cycle. Les explications avancées à travers notre revue montrent que les personnes obèses adaptent leur schéma de marche afin de diminuer le coût énergétique, d'augmenter leur équilibre et de minimiser l'effet du surpoids sur les articulations.

Parallèlement, il est important de retenir que la variation de la vitesse est un facteur à part entière dans la modification des autres paramètres spatio-temporels. En particulier, le temps de double appui et la longueur du cycle ont déjà été mis en évidence comme étant des paramètres sensibles aux changements de vitesse chez l'Homme. D'autres facteurs tels que l'âge, le sexe, la taille et la force contribuent également à modifier la vitesse de marche des sujets.

Figure 2 : Liste des facteurs retenus, d'après nos études, comme influençant la vitesse de marche



Notons qu'une diminution de la vitesse de marche peut avoir des conséquences en terme d'activités et de participations pour la personne obèse et cela peut contribuer à l'entretien du cercle vicieux de la sédentarité.

F. Pistes pour de futures recherches

Les différents biais ou limites auxquelles nous avons été confrontés à travers cette revue, nous permettent de proposer de nouvelles recherches sur le sujet mais en tenant compte de la méthodologie des études publiées auparavant.

Pour aller plus loin dans la recherche sur les effets de l'obésité à la marche, il serait intéressant d'étudier séparément les femmes des hommes, en parallèle avec un groupe du même sexe dans la norme pondérale. Comme suggérés par Błaszczyk et al. (2011), l'obésité féminine de type gynoïde avec une tendance au stockage des graisses dans les membres inférieurs, en particulier au niveau des cuisses, pourrait avoir plus de conséquences sur la marche que pour des sujets masculins. Ces derniers ont tendance à accumuler la graisse autour de la ceinture abdominale. Selon une étude citée par Błaszczyk et al. (2011) (Royer & Martin, 2005) et réalisée avec différentes charges lors de la marche, la charge au niveau des membres inférieurs influence davantage la marche, que la charge au niveau de l'abdomen.

Les variabilités hommes/femmes dans le cadre de l'obésité nous amènent à proposer des études rapportant l'écartement des pieds et l'angulation à l'attaque du talon. En effet, la morphologie type des femmes obèses, amène à penser qu'elles pourraient avoir une base de sustentation augmentée avec probablement un écartement des pieds plus important. La graisse accumulée dans les cuisses pourrait accroître la rotation externe de hanche comme suggérés par Błaszczyk et al. (2011) et hypothétiquement l'angle du pied au sol. La répartition de la charge sur les genoux et les pieds serait modifiée et impliquerait des déformations cliniquement objectivables.

En plus de ces paramètres, il serait bon d'analyser tous les autres paramètres spatio-temporels décrits dans notre cadre théorique afin d'avoir une analyse de la marche la plus précise possible

L'utilisation de système d'analyse de la marche fiable et validé par la littérature est indispensable pour pouvoir comparer les données de futures recherches avec les anciennes. La normalisation des paramètres spatio-temporels est un outil très intéressant

car il permet de supprimer les variabilités des résultats liées aux données anthropométriques des patients et à la vitesse.

Des études de plus longues durées avec un système d'analyse portable comme celui utilisé par Benedetti et al. (2009), permettraient d'observer les variations de la marche en situations réelles. On peut supposer que l'environnement extérieur et les activités influencent également la marche, ce qui amène la personne obèse à modifier ces paramètres spatio-temporels pour s'adapter au milieu dans lequel elle évolue. Par exemple, les contraintes en milieu externe telles que les passages piétons, les pentes, les parcs pourraient influencer les paramètres spatio-temporels. L'intérêt serait d'objectiver d'éventuelles modifications par rapport à une personne avec un IMC dans la norme dans un but de mieux comprendre les difficultés rencontrées dans les activités.

Finalement, il serait intéressant d'analyser l'influence des défauts de marche sur le niveau d'activité physique de personnes. Il semblerait logique de penser que plus une personne a des défauts de marche moins la personne pratiquera d'activité physique.

VI. Conclusion

A travers cette revue de la littérature, nous avons pu apprécier les variations des paramètres spatio-temporels de la marche entre les individus dans la norme pondérale et les sujets obèses. Ce travail nous a permis de mettre en évidence une réduction systématique de la vitesse de marche, accompagnée d'une augmentation du temps de la phase d'appui totale et de double-appui ainsi qu'une diminution de la longueur du cycle chez le sujet obèse. Ces modifications mettent en évidence une stratégie d'adaptation de la stabilité posturale et de l'équilibre de cette population.

Les temps d'appui prolongés, qui sont liés à la vitesse, lors de la marche peuvent expliquer les complications articulaires à long terme et d'éventuelles douleurs survenant chez les obèses, d'autant que la progression de l'âge favorise l'augmentation de ces changements et la diminution de l'équilibre.

En définitif, les sujets obèses adultes semblent déambuler d'une façon similaire à celle des personnes âgées non-obèses. Sachant cela, pouvons-nous en conclure que l'obésité peut créer un vieillissement prématuré du schéma de marche avec toutes les complications articulaires que cela implique ?

VII. Références bibliographiques

- Akil, L., & Ahmad, H. A. (2011). Relationships between Obesity and Cardiovascular Diseases in Four Southern States and Colorado. *Journal of Health Care for the Poor and Underserved*, 22(4 Suppl), 61 - 72. doi:10.1353/hpu.2011.0166
- Allet, L., Armand, S., de Bie, R. A., Golay, A., Monnin, D., Aminian, K., ... de Bruin, E. D. (2010). The gait and balance of patients with diabetes can be improved: a randomised controlled trial. *Diabetologia*, 53(3), 458- 466. doi:10.1007/s00125-009-1592-4
- Anandacoomarasamy, A., Smith, G., Leibman, S., Caterson, I., Giuffre, B., Fransen, M., ... March, L. (2009). Cartilage defects are associated with physical disability in obese adults. *Rheumatology*, 48(10), 1290- 1293. doi:10.1093/rheumatology/kep246
- Barton, M., Baretella, O., & Meyer, M. R. (2012). Obesity and risk of vascular disease: importance of endothelium-dependent vasoconstriction. *British Journal of Pharmacology*, 165(3), 591 - 602. doi:10.1111/j.1476-5381.2011.01472.x
- Bastien, G. J., Willems, P. A., Schepens, B., & Heglund, N. C. (2005). Effect of load and speed on the energetic cost of human walking. *European journal of applied physiology*, 94(1-2), 76 - 83. doi:10.1007/s00421-004-1286-z
- Benedetti, M. G., Di Gioia, A., Conti, L., Berti, L., Esposti, L. D., Tarrini, G., ... Giannini, S. (2009). Physical activity monitoring in obese people in the real life environment. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 6, 47. doi:10.1186/1743-0003-6-47

- Błaszczuk, J. W., Plewa, M., Cieślinska-Swider, J., Bacik, B., Zahorska-Markiewicz, B., & Markiewicz, A. (2011). Impact of excess body weight on walking at the preferred speed. *Acta neurobiologiae experimentalis*, 71(4), 528- 540.
- Cho, M. K., & Bero, L. A. (1994). Instruments for assessing the quality of drug studies published in the medical literature. *JAMA: the journal of the American Medical Association*, 272(2), 101- 104.
- Doke, J., Donelan, J. M., & Kuo, A. D. (2005). Mechanics and energetics of swinging the human leg. *The Journal of experimental biology*, 208(Pt 3), 439- 445. doi:10.1242/jeb.01408
- Durrer. (2008). *Obésité : les outils pour le praticien*. Chêne-Bourg, Suisse: Médecine et hygiène.
- Fox, K. R., & Hillsdon, M. (2007). Physical activity and obesity. *Obesity Reviews*, 8, 115–121. doi:10.1111/j.1467-789X.2007.00329.x
- Griffin, T. M., Roberts, T. J., & Kram, R. (2003). Metabolic cost of generating muscular force in human walking: insights from load-carrying and speed experiments. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 95(1), 172- 183. doi:10.1152/japplphysiol.00944.2002
- Himes, C. L., & Reynolds, S. L. (2012). Effect of obesity on falls, injury, and disability. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(1), 124- 129. doi:10.1111/j.1532-5415.2011.03767.x
- Houston, D. K., Ding, J., Nicklas, B. J., Harris, T. B., Lee, J. S., Nevitt, M. C., ... Health ABC Study. (2009). Overweight and obesity over the adult life course and incident mobility limitation in older adults: the health, aging and body composition study. *American journal of epidemiology*, 169(8), 927- 936. doi:10.1093/aje/kwp007

- Ko, S., Stenholm, S., & Ferrucci, L. (2010). Characteristic Gait Patterns in Older Adults with Obesity - Results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Journal of biomechanics*, 43(6), 1104- 1110. doi:10.1016/j.jbiomech.2009.12.004
- Lai, P. P. K., Leung, A. K. L., Li, A. N. M., & Zhang, M. (2008). Three-dimensional gait analysis of obese adults. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 23 Suppl 1, S2- 6. doi:10.1016/j.clinbiomech.2008.02.004
- McGraw, B., McClenaghan, B. A., Williams, H. G., Dickerson, J., & Ward, D. S. (2000). Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(4), 484- 489. doi:10.1053/mr.2000.3782
- Murray, M. P. (1967). Gait as a total pattern of movement. *American journal of physical medicine*, 46(1), 290- 333.
- Na, Y. M., Park, H. A., Kang, J. H., Cho, Y. G., Kim, K. W., Hur, Y. I., ... Lee, S. H. (2011). Obesity, obesity related disease, and disability. *Korean journal of family medicine*, 32(7), 412- 422. doi:10.4082/kjfm.2011.32.7.412
- O'Donnell, C. P., Holguin, F., & Dixon, A. E. (2010). Pulmonary physiology and pathophysiology in obesity. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 108(1), 197- 198. doi:10.1152/japplphysiol.01208.2009
- Perry, J., Burnfield, J. M., & Cabico, L. M. (2010). *Gait analysis : normal and pathological function*. Thorofare, NJ: SLACK.
- Pi-Sunyer, F. X. (2002). The Obesity Epidemic: Pathophysiology and Consequences of Obesity. *Obesity*, 10, 97S- 104S. doi:10.1038/oby.2002.202
- Pietiläinen, K. H., Kaprio, J., Borg, P., Plasqui, G., Yki-Järvinen, H., Kujala, U. M., ... Rissanen, A. (2008). Physical inactivity and obesity: A vicious circle. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 16(2), 409- 414. doi:10.1038/oby.2007.72

- Royer, T. D., & Martin, P. E. (2005). Manipulations of leg mass and moment of inertia: effects on energy cost of walking. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(4), 649- 656.
- Salome, C. M., King, G. G., & Berend, N. (2010). Physiology of obesity and effects on lung function. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 108(1), 206- 211. doi:10.1152/jappphysiol.00694.2009
- Saunders, T. J., Larouche, R., Colley, R. C., & Tremblay, M. S. (2012). Acute Sedentary Behaviour and Markers of Cardiometabolic Risk: A Systematic Review of Intervention Studies. *Journal of nutrition and metabolism*, 2012, 712435. doi:10.1155/2012/712435
- Schutz, Y., & Woringer, V. (2002). Obesity in Switzerland: a critical assessment of prevalence in children and adults. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 26 Suppl 2, S3- S11. doi:10.1038/sj.ijo.0802122
- Spyropoulos, P., Pisciotta, J. C., Pavlou, K. N., Cairns, M. A., & Simon, S. R. (1991). Biomechanical gait analysis in obese men. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 72(13), 1065- 1070.
- Tsuritani, I., Honda, R., Noborisaka, Y., Ishida, M., Ishizaki, M., & Yamada, Y. (2002). Impact of obesity on musculoskeletal pain and difficulty of daily movements in Japanese middle-aged women. *Maturitas*, 42(1), 23- 30. doi:10.1016/S0378-5122(02)00025-7
- Viel, E. (2000). *La Marche humaine, la course et le saut : biomécanique, explorations, normes et dysfonctionnements*. Paris: Masson.
- Vismara, L., Romei, M., Galli, M., Montesano, A., Baccalaro, G., Crivellini, M., & Grugni, G. (2007). Clinical implications of gait analysis in the rehabilitation of adult patients with « Prader-Willi » Syndrome: a cross-sectional comparative

study (« Prader-Willi » Syndrome vs matched obese patients and healthy subjects). *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 4, 14. doi:10.1186/1743-0003-4-14

Von Ruesten, A., Steffen, A., Floegel, A., van der A, D. L., Masala, G., Tjønneland, A., ... Boeing, H. (2011). Trend in Obesity Prevalence in European Adult Cohort Populations during Follow-up since 1996 and Their Predictions to 2015. *PLoS ONE*, 6(11), e27455. doi:10.1371/journal.pone.0027455

Wearing, S. C., Hennig, E. M., Byrne, N. M., Steele, J. R., & Hills, A. P. (2006a). Musculoskeletal disorders associated with obesity: a biomechanical perspective. *Obesity Reviews*, 7(3), 239–250. doi:10.1111/j.1467-789X.2006.00251.x

Wearing, S. C., Hennig, E. M., Byrne, N. M., Steele, J. R., & Hills, A. P. (2006b). The biomechanics of restricted movement in adult obesity. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 7(1), 13–24. doi:10.1111/j.1467-789X.2006.00215.x

Wearing, S. C., Hennig, E. M., Byrne, N. M., Steele, J. R., & Hills, A. P. (2006c). The impact of childhood obesity on musculoskeletal form. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 7(2), 209–218. doi:10.1111/j.1467-789X.2006.00216.x

Sites internet consultés:

Site de l'Unité Clinique d'Analyse de la Marche et du Mouvement du Centre de Médecine Physique et de Réadaptation pour Enfants de Bois-Larris (Croix-Rouge Française) à l'adresse <http://ucamm-boislarris.megrot.com/>

OMS | Obésité et surpoids. (s. d.). *WHO*. à l'adresse <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/fr/>

WHO | International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). (s. d.).

WHO. à l'adresse <http://www.who.int/classifications/icf/en/>

WHO | à l'adresse http://whqlibdoc.who.int/trs/who_trs_894_fre.pdf#page=50&zoom=auto,0,447

VIII. Liste des abréviations

CIF : Classification Internationale du Fonctionnement et du Handicap

IMC : Indice de Masse Corporelle

OMS : Organisme Mondiale de la Santé

WHO : World Health Organization

BMI : Body Mass Index

AVQ : Activités de la Vie Quotidienne

CRF : Capacité Résiduelle Fonctionnelle

VRE : Volume de Réserve Expiratoire

SOH : Syndrome Obésité Hypoventilation

SAOS : Syndrome d'Apnée Obstructive du Sommeil

NHMRC : National Health and Medical Research Council

SPW : Syndrome de Prader-Willy

IX. Liste des illustrations

Figure 1 : Flow chart

Figure 2 : Liste des facteurs retenus, d'après nos études, comme influençant la vitesse de marche

X. Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification internationale de l'insuffisance pondérale, du surpoids et de l'obésité en fonction de l'IMC

Tableau 2 : Qualité des articles

Tableau 3 : Populations des études

Tableau 4 : Résumé des objectifs, des hypothèses et des méthodes d'analyse de la marche des articles

Tableau 5 : Résultats bruts des paramètres spatio-temporels

Tableau 6 : Résultats normalisés des paramètres spatio-temporels

XI. Annexes

Annexe I : Les Divisions du cycle de la marche selon Viel (2000)

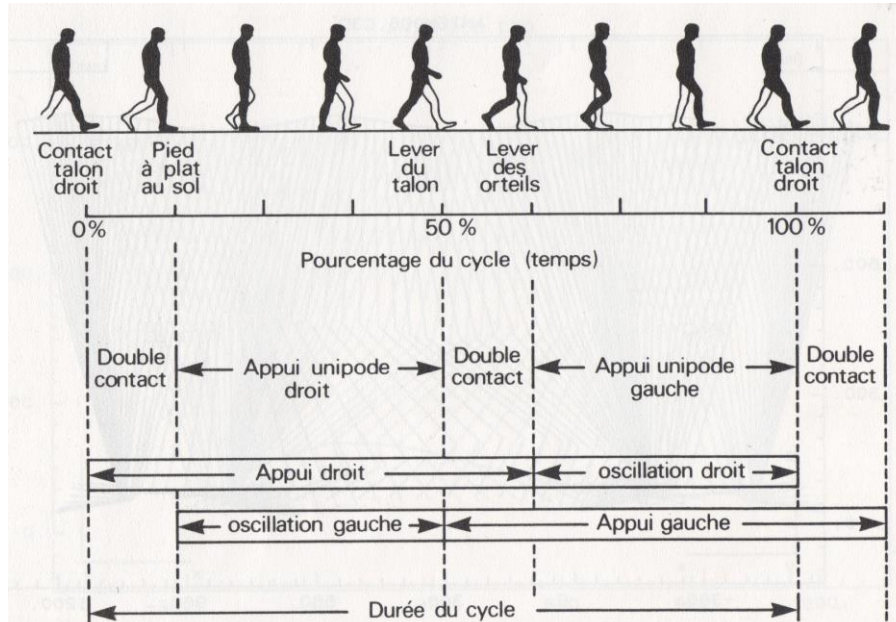


Fig. 1.11. Les divisions du cycle de marche.

La phase d'appui correspond à la prise d'équilibre sur un seul pied, le poids du corps est la verticale d'un pied unique. Les efforts musculaires sont concentrés pendant cette phase à la fois sustentatrice et équilibratrice. La phase d'oscillation (du membre inférieur qui était en appui) correspond à l'activité de venir chercher le sol devant soi afin de progresser. L'activité musculaire est minime, surtout du fait d'une récupération d'énergie cinétique.

Tiré de : Viel, E. 2000, *La marche humaine, la course et le saut*. Paris : Masson

Annexe II : Tableau d'extraction des données vierges

Tableau d'extraction des données :		
	Données de l'article	Commentaires / Critiques
Étude		
Auteurs		
Titre		
Année		
Pays		
Objectifs		
Hypothèses		
Conclusions		
Méthodologie		
Type d'étude		
Durée de l'étude		
Outil d'analyse de la marche		
Méthodologie d'évaluation		
Critères d'inclusion		
Critères d'exclusion		
Sélection des participants (par qui, où et comment ?)		
Groupes (nombre)		
Population : <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de sujets • Rapport H/F • Âge • IMC • Pathologies associées 		
Paramètres étudiés		
Evaluateurs		
Consentement		
Aspect éthique		
Calcul d'échantillonnage		
Analyse des données		
Tests statistiques utilisés		
Tableaux/Figures		
Résultats		

Résultats – paramètres ST		
Autres résultats		
Discussion		
Généralités		
Influence de l'obésité sur les paramètres ST : <ul style="list-style-type: none"> • vitesse • longueur du pas • longueur du cycle • écart entre les pieds • angulation à l'attaque du talon • cadence • temps d'appui unipodal • temps d'appui bipodal • temps d'appui total • temps oscillatoire 		
Points fort de l'étude		
Limites de l'étude		
Ouverture vers des futures recherches		
Qualité		
Score de qualité Cho & Bero (1994)		

Annexe III : Grille d'évaluation de la qualité des articles selon Cho & Bero (1994)

Reviewer _____

Article No. _____

1. Study design (choose 1 only):

Experimental, randomized:

- _____ Placebo-controlled trial
- _____ Comparative trial, no placebo
- _____ Time series trial
- _____ Crossover trial

Experimental, unrandomized:

- _____ Placebo-controlled trial
- _____ Comparative trial, no placebo
- _____ Time series trial
- _____ Crossover trial
- _____ Natural experiment

Nonexperimental:

- _____ Cohort, prospective
- _____ Cohort, retrospective
- _____ Cross-sectional
- _____ Case-control
- _____ Case reports or case series

_____ None of the above (describe below):

2. What was the study question? (please use the space below)

[possible responses to items 3-24: ____ Yes ____ Partial ____ No ____ Not applicable]

3. Was the study question sufficiently described?
4. Was the study design appropriate to answer the study question?
5. Were both inclusion and exclusion criteria specified? (If case study, check N/A.)
6. For case studies only: Were patient characteristics adequately reported? (If not case study, check N/A.)
7. Were subjects appropriate to the study question?
8. Were control subjects appropriate? (If no controls were used, check No.)
9. Were subjects randomly selected from the target population?
10. If subjects were randomly selected, was the method of random selection sufficiently well described? (If subjects were not randomly selected, check N/A.)
11. If subjects were randomly allocated to treatment groups, was the method of random allocation sufficiently described? (If subjects were not randomly allocated, check N/A.)
12. If blinding of investigators to intervention was possible, was it reported? (If not possible, check N/A.)
13. If blinding of subjects to intervention was possible, was it reported? (If not possible, check N/A.)
14. Was measurement bias accounted for by methods other than blinding?
15. Were known confounders accounted for by study design? (If no known confounders, check N/A.)
16. Were known confounders accounted for by analysis? (If no known confounders, check N/A.)
17. Was there a sample size justification before the study?
18. Were post hoc power calculations or confidence intervals reported for statistically nonsignificant results?
19. Were statistical analyses appropriate?
20. Were the statistical tests stated?
21. Were exact *P* values or confidence intervals reported for each test?
22. Were attrition of subjects and reason for attrition recorded?
23. For those subjects who completed the study, were results completely reported?
24. Do the findings support the conclusions?